

معانی الٹرنیٹ و ریجیٹل =

الٹرنیٹ

۱. تغایر، بدوید و کار بردها

۲. ترانزیستور

۳. تحلیل dc ترانزیستور (نواحی کار فعال، اشباع، قطع)

۴. تحلیل ac ترانزیستور (تقویت کننده، امپدینس، پهنای باند، ولتاژ و توان)

۵. مدارهای تقویت کننده چند طبقه (رقعه میلر، دارلینگتون)

۶. تقویت کننده های عملیاتی (opAmp) و کاربرد آنها

مرجع ۱: دکتر سید علی میر عسقی

۲. الٹرنیٹ ۱، دکتر محمد حسن شجاعی

ریجیٹل

۱. سیستم های عددی، گدھا

۲. جبر بول، گیت های منطقی (AND، OR، NOT، NAND، NOR)

۳. روش های ساده سازی توابع بول (جدول کارنو)

۴. مدارهای منطقی ترکیبی (دکودر، انکدر، هالفتی پلکسر، جمع کننده، تقوین کننده و...)

۵. مدارهای منطقی ترتیبی (شمارنده)

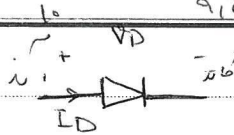
جمع ۱: طراحی ریجیٹل (مدار منطقی) مولف: مونس مانور

۲: مرجع دکتر حسن سید علی و دکتر محمد حسن شجاعی

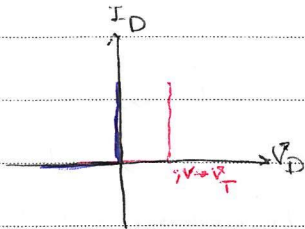
ارزشیابی و تعیین نمره

آیا افاقان (تا تحلیل ac) و بعد الٹرنیٹ (۱) ۵-۶ نمره

باقی نهم ۱۳ نمره



کتابت شده است با وجود



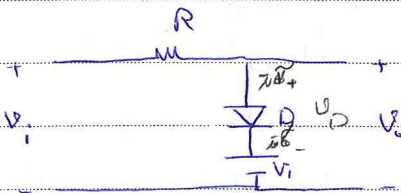
حالت بیرون $I_D = 0$ و $V_D < V_T$
حالت داخل $I_D > 0$ و $V_D > V_T$

وقتی بیرون است، اگر $V_D < V_T$ ، $I_D = 0$ و بیرون است.
و اگر $V_D > V_T$ ، $I_D > 0$ و داخل است.

بیرون غیر ایده آل $I_D = 0$ و $V_D < V_T$
داخل $I_D > 0$ و $V_D > V_T$

اگر اتصال همدیگر نداشته باشد، بیرون است. اگر ولتاژ آستانه روید، بیرون غیر ایده آل.
حالت بیرون، بیرون است.

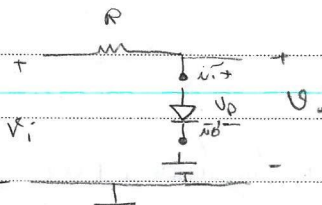
مثال: رابطه خروجی بر حسب ورودی را بدید.



بیرون $V_D < 0$

داخل $V_D > 0$

بیرون PP فرض



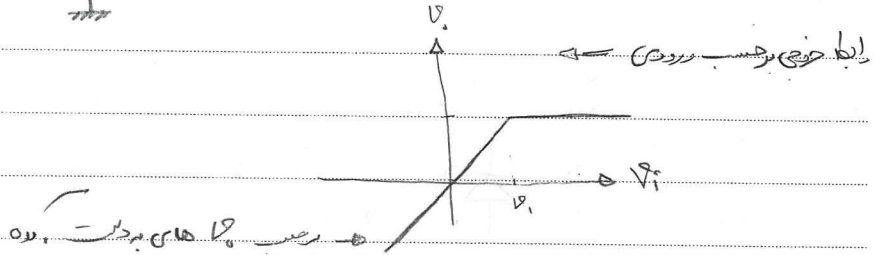
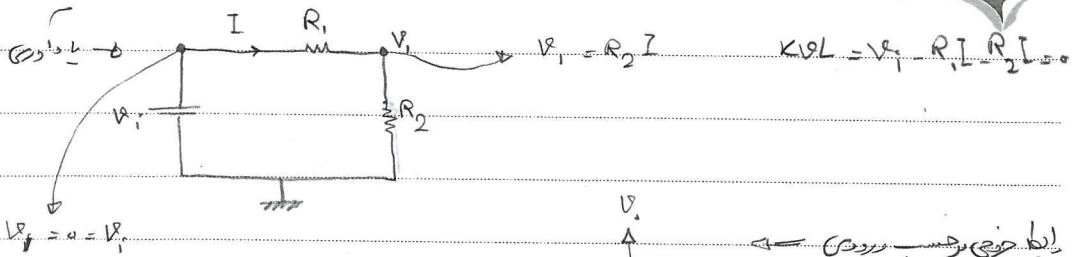
ولتاژ اندرونی داریم $V_i - RI = V_D$

چون مدار بسته

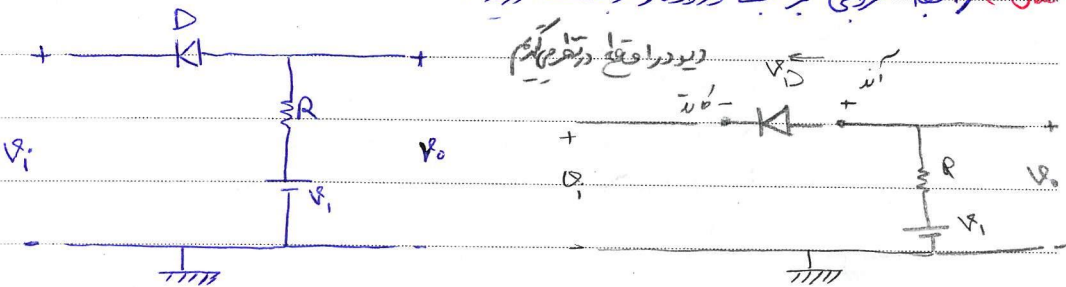
ولتاژ کمتر

بیرون PP فرض $V_D < 0$ اگر $V_i < V_T$ بیرون فرض

داخل $V_D > 0$ اگر $V_i > V_T$ مدار تبدیل می‌شود. $V_o = V_i$



مثال ۱، رابطه خروجی به حسب ورودی را بیابید. (در صورتی که دیود واقع در مدار باشد)

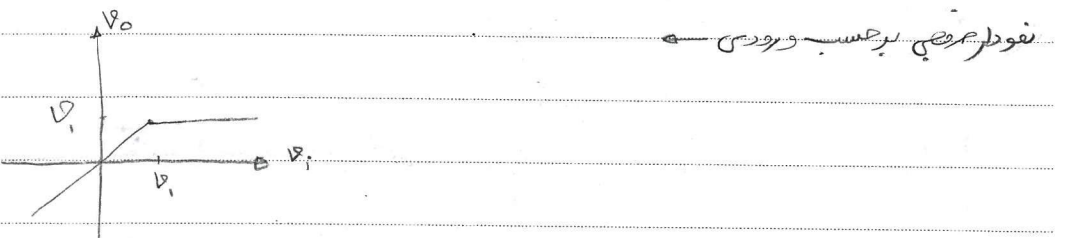


$V_D < 0 \rightarrow$ دیود off $V_2 = V_1$

$V_D > 0 \rightarrow$ دیود on $V_2 = V_1$

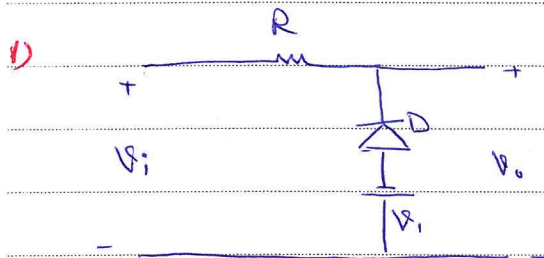
$V_1 > V_2 \rightarrow$ دیود off $V_2 = V_1$

$V_1 < V_2 \rightarrow$ دیود on $V_2 = V_1$



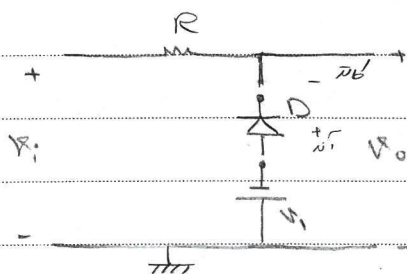
نقشه سوال :-

رابطه خروجی بر حسب درونی را بیابید. (در حد ایده آل)



$V_D < 0 \rightarrow$ دیود off

$V_D > 0 \rightarrow$ دیود on

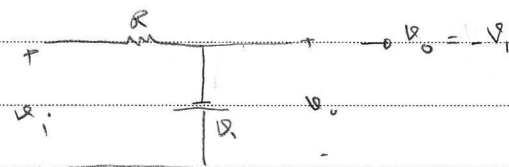
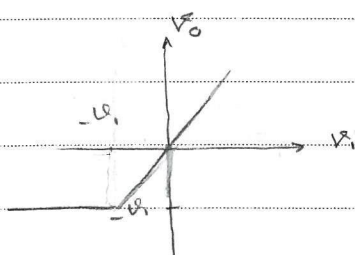


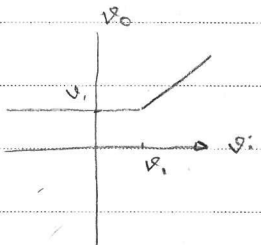
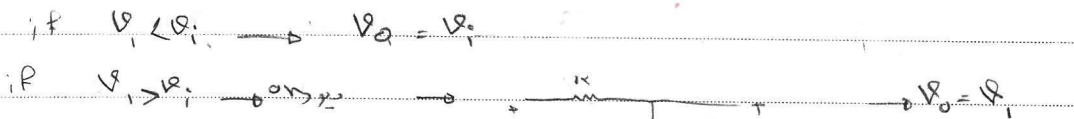
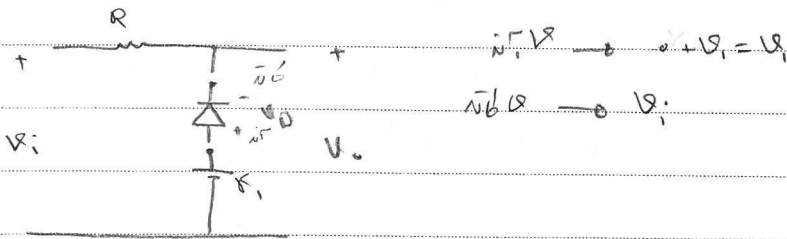
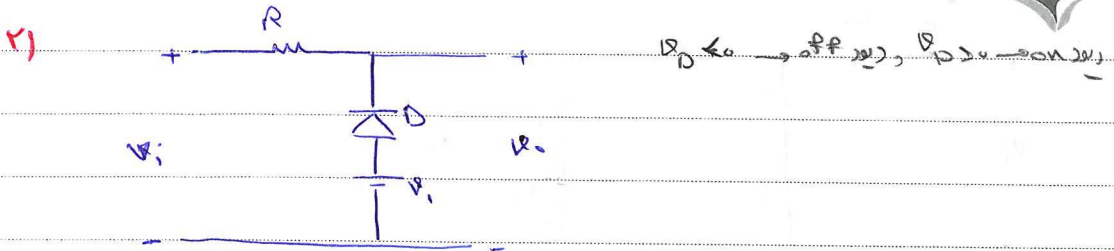
$V_i < V_1 \rightarrow V_o = -V_1$

$V_i > V_1 \rightarrow V_o = V_i - V_1$

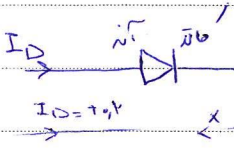
if $V_i < V_1 \rightarrow$ دیود off $V_o = -V_1$

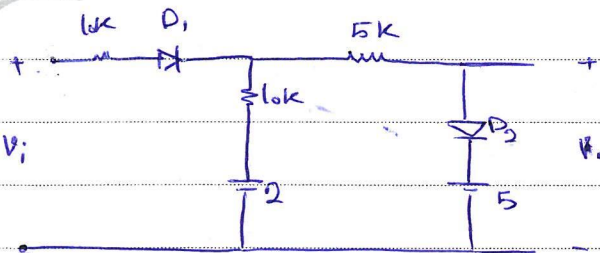
if $V_i > V_1 \rightarrow$ دیود on $V_o = V_i - V_1$



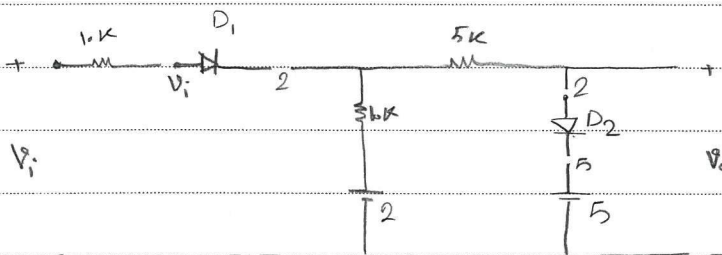


این مدار یک دیود با یک مقاومت در سری است. اگر $V_i < V_d$ ، دیود قطع است و خروجی $V_o = V_i$ خواهد بود. اگر $V_i > V_d$ ، دیود هادی است و خروجی $V_o = V_d$ خواهد بود. این مدار یک کلید دیجیتال است.





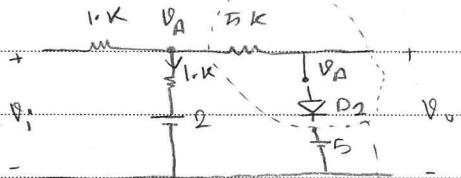
مثال ۱

مسئله ۲
پیدا کردن تابع خروجی

پیدا کردن تابع خروجی (مسئله ۲)

اگر $V_i < 2 \rightarrow D_1: \text{off}, D_2: \text{off} \rightarrow V_o = 2$

اگر $V_i > 2 \rightarrow D_1: \text{on}$
 $V_i < 8 \rightarrow D_2: \text{off}$



پیدا کردن تابع خروجی (مسئله ۲) - ادامه

از KVL: $V_i - 10kI - 10kI = V_A \rightarrow V_A = 2 + 10kI$

از KVL: $V_i - 10kI - 10kI - 2 = 0 \rightarrow I = \frac{V_i - 2}{10 + 10}$

$V_A = 2 + (10k \times \frac{V_i - 2}{20}) = \frac{1}{2} V_i + 1$

اگر $V_A > 5 \rightarrow D_2: \text{on} \rightarrow V_A = 5 \rightarrow 5 = \frac{1}{2} V_i + 1 \rightarrow V_i = 8$

اگر $V_A < 5 \rightarrow D_2: \text{off}$

اگر $V_i < 8 \rightarrow V_o = V_A = \frac{1}{2} V_i + 1$

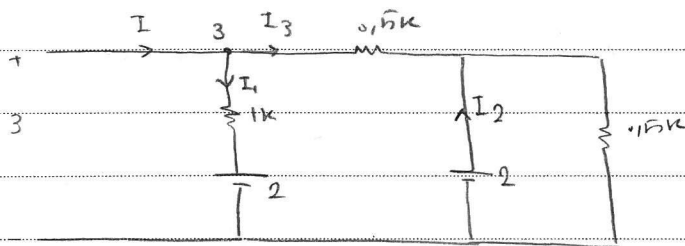
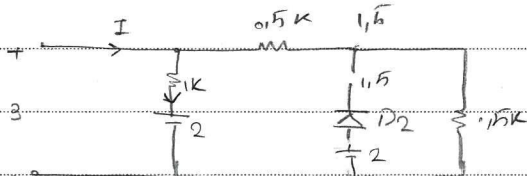
فرضیات: D_1, D_2 : off x

در فرض اول:

در صورتی که هر دو دیود قطع باشند و ولتاژ باشد و ولتاژ این قطع باشد

فرض دوم: D_1 : on

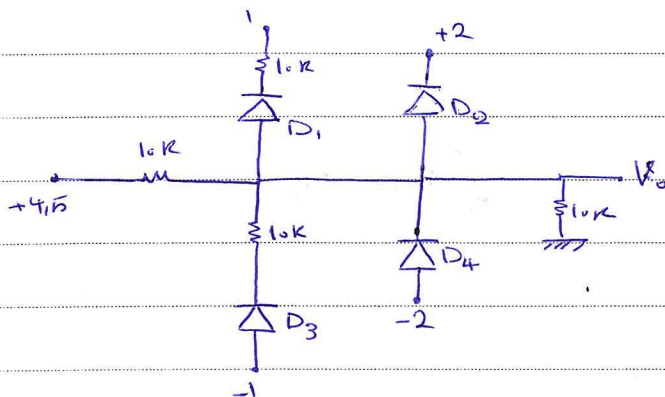
D_2 : off



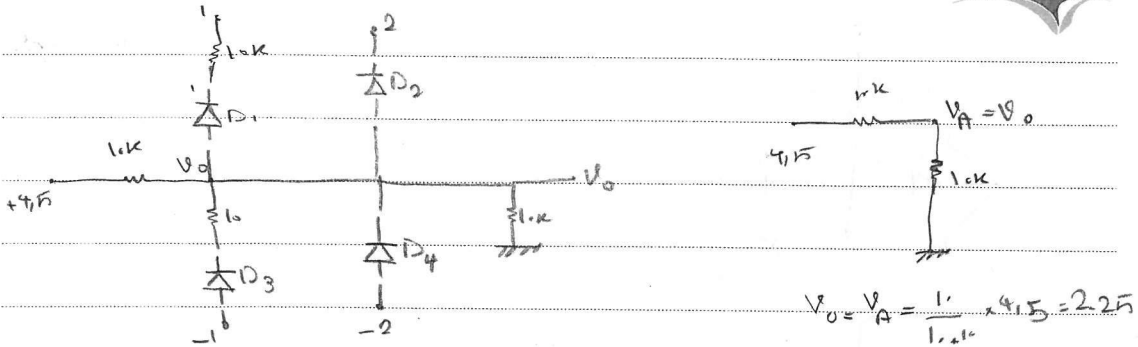
پس فرض اول صحیح است

کل جریان = جریانی که از منبع می آید = جریانی که به بار می رسد = جریانی که از منبع می آید

$$I = I_1 + I_3 = \frac{3-2}{1} + \frac{3-2}{1.5} = 1m + 2m = 3m$$

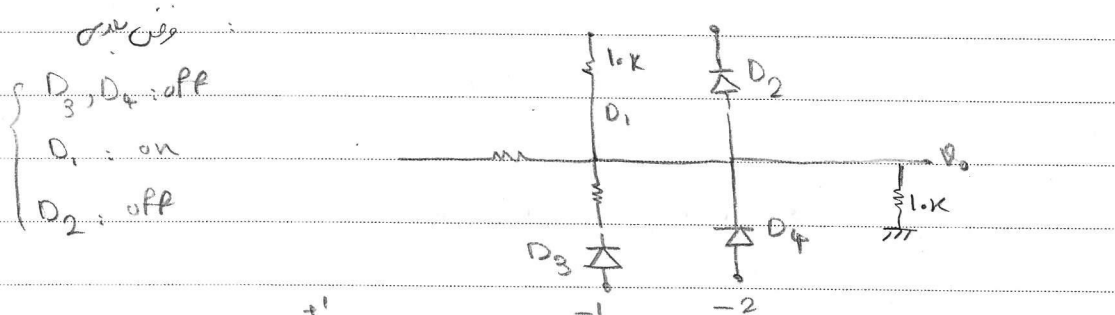


مثال



همه دیود ها قطع می شوند. یعنی D_1, D_2 و D_3, D_4 در هر لحظه یکی از آن ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند.

در هر لحظه یکی از دیود ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند. یعنی D_1, D_2 و D_3, D_4 در هر لحظه یکی از آن ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند.



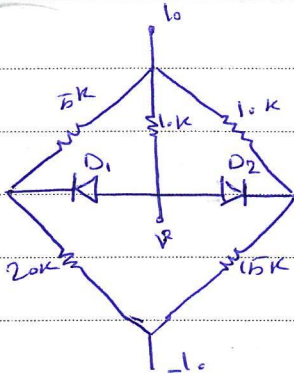
در هر لحظه یکی از دیود ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند. یعنی D_1, D_2 و D_3, D_4 در هر لحظه یکی از آن ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند.

$$I_i = I_1 + I_2$$

$$\frac{4.5 - V_0}{1k} = \frac{V_0 - 1}{1k} + \frac{V_0 - 0}{1k}$$

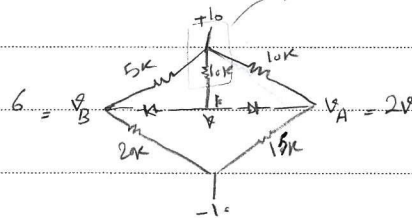
$$4.5 - V_0 = V_0 - 1 + V_0 \rightarrow 4.5 - V_0 = 2V_0 - 1 \rightarrow 4.5 + 1 = 3V_0 \rightarrow V_0 = 1.83$$

در هر لحظه یکی از دیود ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند. یعنی D_1, D_2 و D_3, D_4 در هر لحظه یکی از آن ها روشن می شود و دیگری ها قطع می شوند.

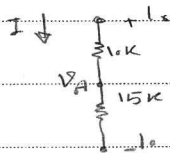


مثال: $V = ?$

این شاخه را می بینیم چون سطح 1 کد $I_1 + I_2 = I$

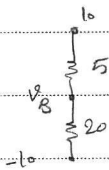


فرض: D_1, D_2 : off



$$V_A = 10 - 10k \times I = 10 - 10k \times \frac{4}{5} = 10 - 8 = 2V$$

$$I = \frac{10 - (-10)}{10 + 15} = \frac{4}{5}$$



$$V_B = 10 - 5k \times I = 10 - 5k \times \frac{4}{5} = 6$$

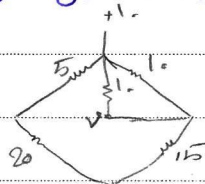
$$I = \frac{10 - (-10)}{5 + 20} = \frac{4}{5}$$

فرض اشتباه: یعنی فرض می کنیم

سطح 1 کد می بینیم

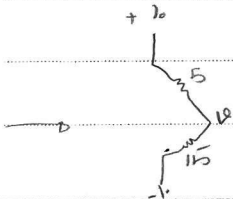
نکته: اگر دو تا دیود داشته باشیم که دو تا آن را می بینیم فقط وصل باشد ولی حالتی که دو تا فقط یکی وصل باشد و دیود زودتر روشن می شود که ولتاژ را بدین کمتر باشد

فرض: $\begin{cases} D_1: \text{off} \\ D_2: \text{on} \end{cases}$



$$V_B = 10 - 5k \times I = 10 - 5k \times \frac{4}{5} = 5$$

$$I = \frac{10 - (-10)}{20} = 1 \quad \rightarrow V_A = 5$$



$$I = \frac{10 - 5}{10} = 0.5$$

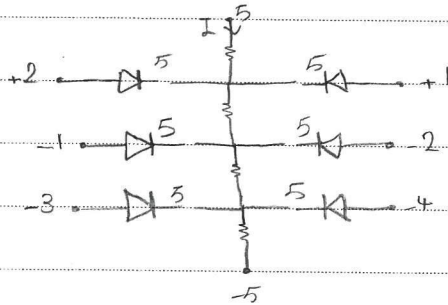
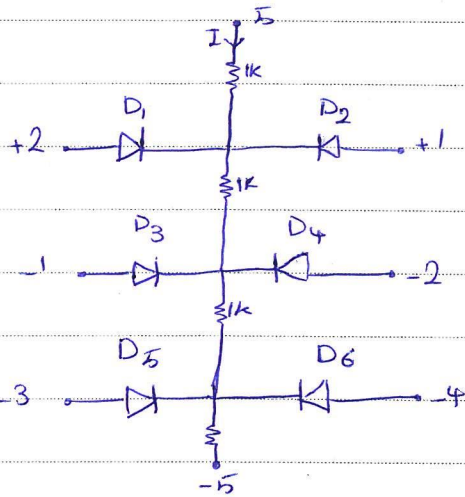
PASHA

معین =

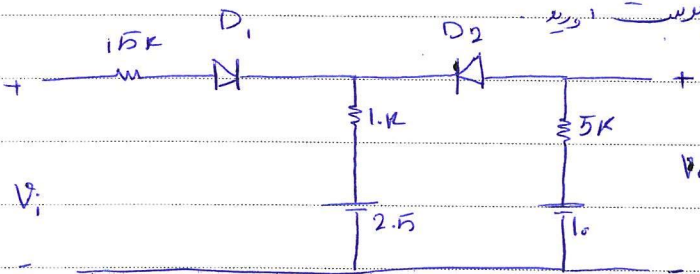
۱- جریان I در مدار متغیر زیر را بدست آورید.

۱- وقتی که ولتاژ منبع V_s و ولتاژ بار V_L مشخص باشند.

off: $D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ روشن

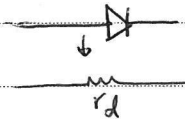


۲- رابطه خروجی جعبه ورودی را بدست آورید.



تجزیه تحلیل دیود هفتای نیمه موج ولتاژ ac باشد (تجزیه تحلیل سینال کوچک بود)

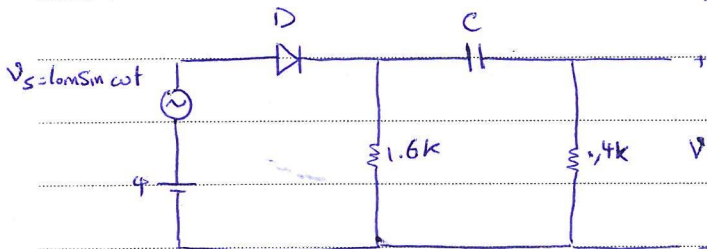
توضیح = در بررسی های که اکنون انجام داریم، تمامی منابع ولتاژ جابجایی، منابع dc بوده اند و بنابراین بهال عددی ولتاژها و جریان های مدار مقادیر ثابتی به دست می آید. اکنون می خواهیم به تجزیه تحلیل حالتی بپردازیم که از دیود در مدارهای شامل منابع سینال کوچک استفاده می شود. منظور از سینال کوچک یک ولتاژ یا جریان متناوب است که دامنه تغییرات آن در مقایسه با اندازه ولتاژ یا جریان dc که با آن همراه می شود، کوچک است.



در تجزیه تحلیل مدارهای شامل منابع سینال کوچک، ابتدا لازم است مقادیر ثابت را که ناشی از منابع dc هستند، تعیین نماییم. برای این منظور کافیست منابع سینال ac را برابر صفر قرار دهیم پس از تعیین مقادیر ثابت کمیت های ولتاژ و جریان مورد نظر، منابع dc را برابر صفر قرار داده و مدار را تنها با منابع سینال ac در نظر می گیریم که هر آن به جای دیود مقاومت دینامیکی آن را از رابطه زیر به دست می آید:

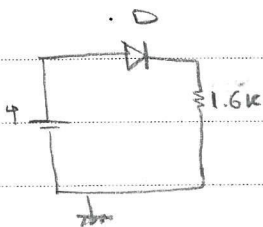
$$r_d = \frac{\eta V_T}{I_d} \quad \text{ثابت}$$

مثال $V_T = 26m$ ، $\eta = 2$ ، $V_D = 0.7$



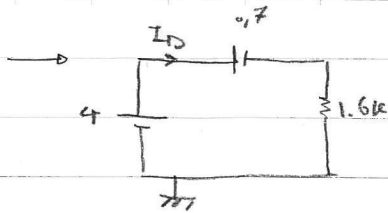
خازن ac ← اتصال کوتاه
dc ← خازن شارژ می شود
خازن شارژ شده بار می کشد

پس دیود ای که ثابت $V_D = 0.7$

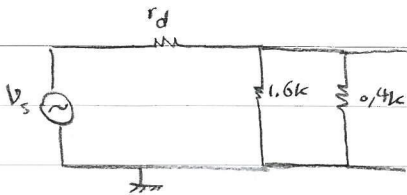


البرق در دو ترمینال

اول dc مدار را حل می کنیم پس دیود on و off
پس خازن را به صفر می بینیم $V_D = 0$ ، $V_o = 4$ ، $V_D = 0$



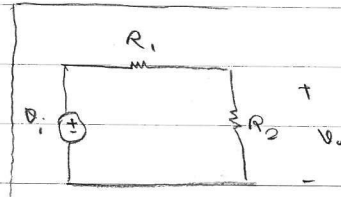
$$I_D = \frac{4 - 0.7}{1.6} \approx 2\text{mA} \quad V_{dc} = 0$$



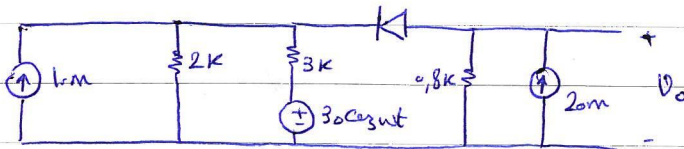
$$r_d = \frac{nV_T}{I_D} = \frac{2 \times 26\text{mV}}{2\text{mA}} = 26\Omega$$

$$V_o = \frac{(1.6\text{k} \parallel 0.4\text{k})}{(1.6\text{k} \parallel 0.4\text{k}) + 26\Omega} \times V_s$$

$$V_o = 9.2\text{mV} \sin \omega t$$

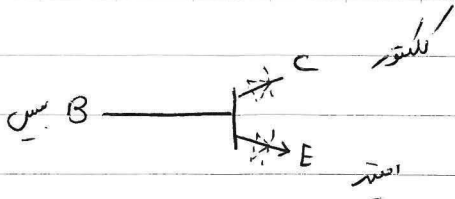


$$V_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_i$$



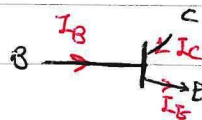
? $V_o = ?$ (نقطه)
 $(V_s = 26\text{mV}, \eta = 1.4, V_D = 0.7\text{V})$

ترانزیستور



در حالت فعال اصلی ترانزیستور دیود قرار دارد. یعنی بیس آمپتر و بیس

در ترانزیستور سه ناحیه تقویف می‌کنیم
قطع فعال اشباع



حالت جریان در ترانزیستور

این رابطه همیشه برقراره
در بعضی به نامیه ندارد.

$$I_B + I_C = I_E$$

اگر برای ترانزیستور دیود در تعریف کنیم:



قطع

BE : off

BC : off

$$I_B \approx I_C \approx I_E = 0$$

فعال

BE : on

BC : off

$$I_C = \beta I_B$$

(β : ضریب جریان ترانزیستور، یعنی رانندگی شش‌گانه است)

$$I_B + I_C = I_E \rightarrow I_B + \beta I_B = I_E \rightarrow I_E = (1 + \beta) I_B$$

(β معمولاً قدرتی بین 100 تا 200 هست). β بزرگتر می‌شود در ناحیه فعال I_C و I_E با هم برابرند

$$\begin{cases} I_C = \beta I_B \\ I_E = (1 + \beta) I_B \end{cases}$$

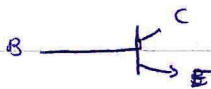
که β بزرگ
 $\beta \gg 1$
 $I_C \approx I_E$

گرفتن داریم که ترانزیستور فعاله (نمی تونه خاموش بشه) $V_{CE} > V_{CEsat}$

البته $(V_{CE} > 0 \leftarrow V_{CEsat} = 0)$

اشباع $\rightarrow$ BE : on
BC : on

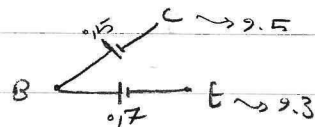
می تونه اشباع $\rightarrow I_C < \beta I_B$



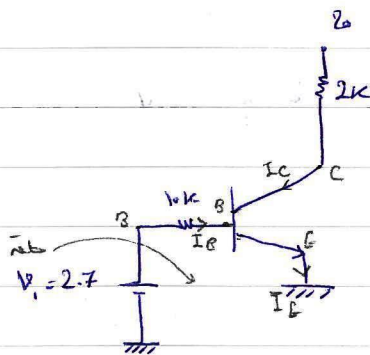
$\beta_{FE} = 0.7$

$\beta_{CE} = 0.15$

$V_{CEsat} = 0.2$

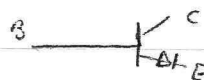


مثال اشباع



مثال I_C و V_{CE} ؟

($V_{CEsat} = 0.2$, $\beta = 100$, $V_{BE} = 0.7$)



فرض می کنیم فقط BE , BC : off
یعنی همه شاخه ها بسته

$V_B = 2.7 - 10k \times I_B$

$I_B = 0$ در حالت قطع $\rightarrow V_B = 2.7$

$V_E = 0$

فرض کنیم X

فرض فرض $V_{CE} > V_{CEsat}$

$V_C = 20 - 2k \times I_C$

$V_E = 0$

$= V_{CE} = 20 - 2k I_C$

$I_C = \beta I_B = 100 \times 0.2 = 20$

$= 20 - 2k \times 20 = 20 - 40k = -20$

فرض می کنیم مدار فعاله

$$2.7 - 10kI_B - V_{BE} = 0$$

برای حساب کردن I_B حلقه می‌زنیم.

$$2.7 - 10kI_B - 0.7 = 0 \rightarrow 2 = 10kI_B$$

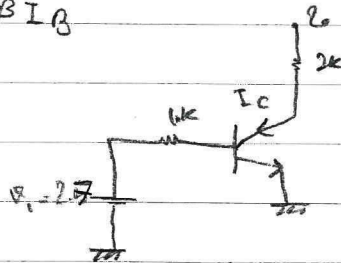
$$I_B = \frac{2}{10k} = 0.2mA$$

$$V_{CE} > V_{CEsat}$$

$$2 > 0.2 \quad \text{مطابق}$$

$$I_C < \beta I_B$$

برای تعیین مدار در ناحیه اشباع.



برای حساب کردن I_B با رابطه می‌زنیم.

$$2.7 - 10kI_B - \frac{V_{BE}}{0.7} = 0$$

$$I_B = 0.2mA$$

$V_{CEsat} = V_{CE} - I_C R_C$ و آیا $V_{CE} > V_{CEsat}$ است؟

$$2 - 2kI_C = 0.2$$

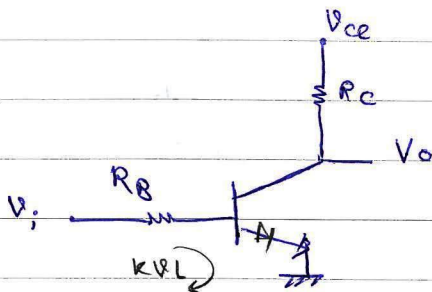
$$V_C = 0.2 = V_E$$

$$I_C = 0.9mA$$

$$\beta I_B = 100 \times 0.2 = 20mA$$

$$I_C < \beta I_B \quad \checkmark$$

$$\begin{cases} V_{BE} = 0.7 \\ V_{CEsat} = 0 \end{cases}$$



مثال: رابطه خروجی بر حسب ورودی را بدست آوریم.

$$V_o = V_{CC} - R_C I_C$$

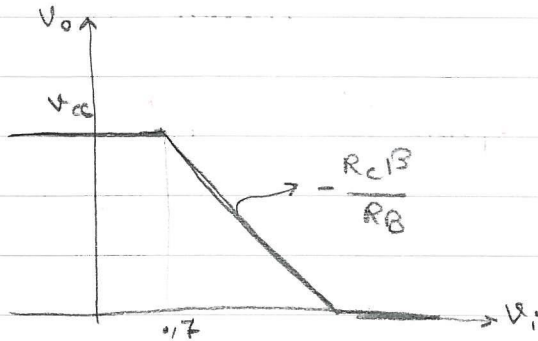
$$V_i < 0.7 \rightarrow \text{ترانزیستور قطع} \rightarrow V_o = V_{CC}$$

$$V_i > 0.7 \rightarrow \text{ترانزیستور فعال} \rightarrow V_o = V_{CC} - R_C I_C$$

$$I_C = \beta I_B$$

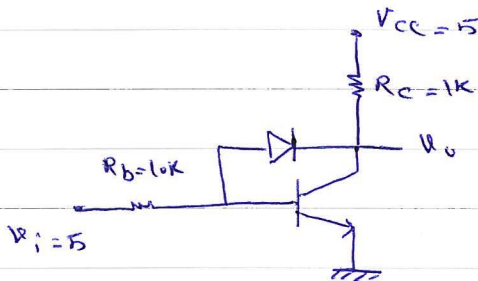
$$K \gg L \rightarrow V_i - R_B I_B - V_{BE} = 0 \rightarrow I_B = \frac{V_i - V_{BE}}{R_B}$$

$$\rightarrow V_o = V_{CC} - R_C \beta \left(\frac{V_i - V_{BE}}{R_B} \right)$$



★ I_C زیاد تر شه، V_o لاندې شته I_C منځته
 $V_{CEsat} = 0$

مثال: $\beta = 100$ ، $V_o = 0.2$ ، $V_{BE} = 0.7$ ، د لاس خپلې رابرسه لاندې.



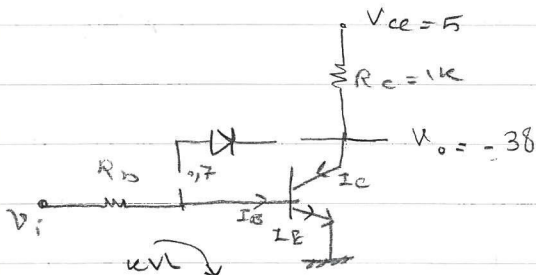
توګم: هم د یوډاره هم ترانزیستور، د یوډاره یو.

د رڼه څرګندیم په څرګند مال ترانزیستور.

یوډ رڼه څرګندیم، ترانزیستور موقع څرګندیم.

$DE = 5$ ، $DC = 5$ ، د څرګند څرګند، ترانزیستور.

مثال: ترانزیستور د څرګند څرګند.



$$V_o = 5 - 1k \times I_C$$

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_C = 100 \times 430 \mu = 43 \text{ mA}$$

$$5 - 10k I_B - V_{BE} = 0 \rightarrow I_B = 430 \mu$$

$$V_o = 5 - 1k \times 43 \text{ mA} = -38$$

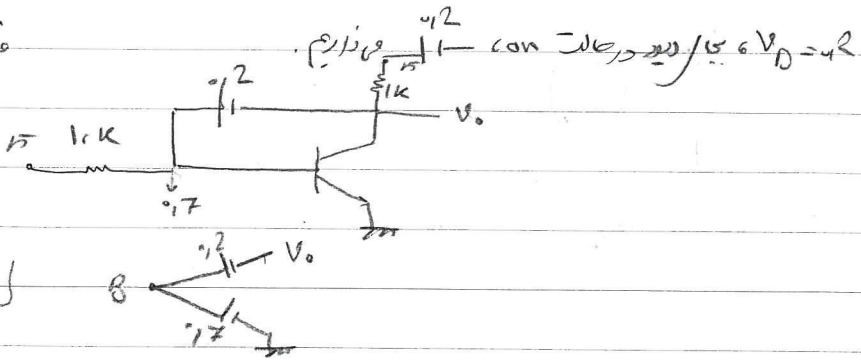
$V_{CE} > V_{CE \text{ sat}}$

$$-38 \div 0$$

هو دوتا فرض علیا سے جس کا لا فرض حمید احسان ص ۱۴۴

on : (no) : عن

فعال : - انزستہ

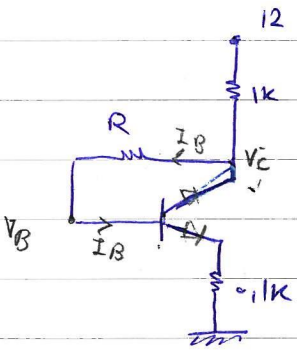


$$V_0 = 0,7 - 0,2 = 0,5$$

$$V_{CC} > V_{CE(sat)}$$

مثال) به ازای چه مقدار از R ترانزیستور اشباع می شود؟ $\beta = 100$

$$V_c - R I_B = V_F$$



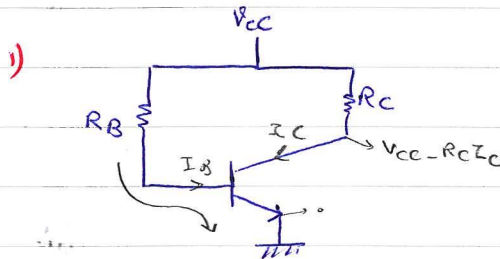
حل هفتم: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ است، و $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ BC هبوط را از B به C است.

تسابع $D_E \rightarrow D_C$ با ν_{con} و $\nu_{\text{ع}} = \nu_B$ از ν_C است.

(خط پیردا) چون جت چین H بسط سطح شدت V معینه از B V کمتر خواهد بود
 پس اصله BC می شود BC .

در سوال های زیر فرض می کنیم ترانزیستور در حالت فعاله در دوش تحلیل و بررسی می کنیم. (پارامترهای)

مثال ۱) I_C و V_{CE} ؟ (β و V_{BE} خرد یا افتد) (ثابت)



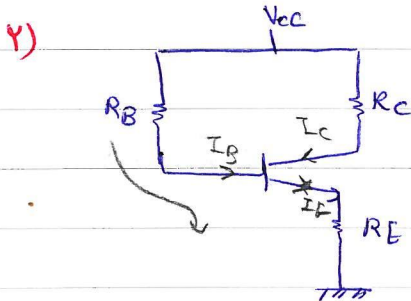
برای معادله I_B به حالتی می بینیم که V_{BE} بیفته
توسه وقتی ترانزیستور توسه نامیه فعاله.

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} = 0 \rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \beta \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C = V_{CC} - R_C \left(\beta \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \right)$$



$$I_C = \beta I_B$$

$$I_E = (1 + \beta) I_B \rightarrow I_E = I_C \quad \checkmark$$

$$V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$$

$$(1 + \beta) I_B$$

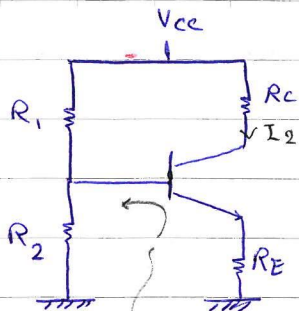
$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_E (1 + \beta)}$$

$$\rightarrow I_C = \beta \left(\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_E (1 + \beta)} \right)$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = V_{CC} - R_C I_C - R_E I_E = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$$

$$V_{CE} = V_{CC} - \beta (R_C + R_E) \left(\frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_E (1 + \beta)} \right)$$

۳)

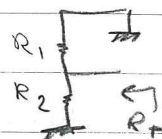
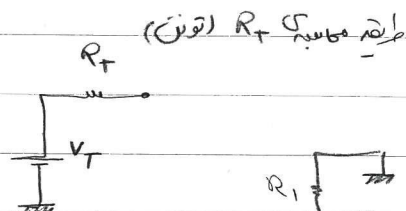


دیندنی است و در تریس (باز)

درست است مدار (میست فیلتر)

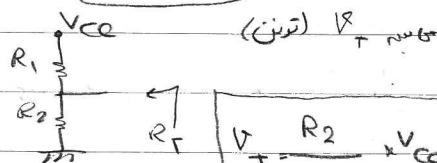
کامل قطع می شود منابع و در اتصال

کتاب و منابع و در اتصال

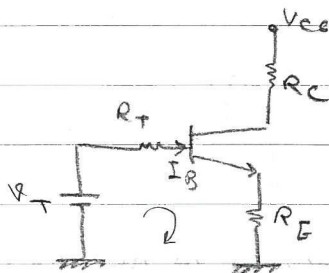


جواب

$$R_T = R_1 \parallel R_2$$



$$V_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC}$$



$$I_C = \beta I_B$$

$$V_T - R_T I_B - V_{BE} - R_E I_E = 0$$

$$(1 + \beta) I_B$$

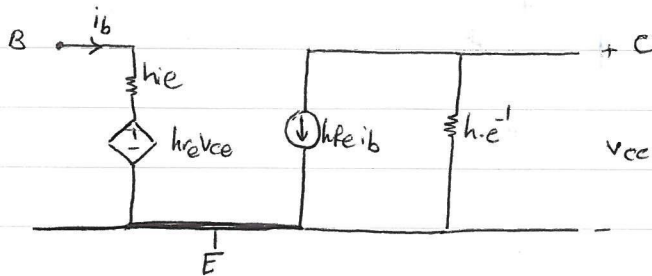
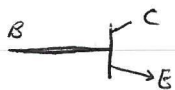
$$I_B = \frac{V_T - V_{BE}}{R_T + R_E (1 + \beta)}$$

اگر $R_E (1 + \beta) \gg R_T$ (استفاده از R_T جزئیات) $\rightarrow I_B = \frac{V_T - V_{BE}}{R_E (1 + \beta)}$

$$(1 + \beta) I_B = I_E \rightarrow I_E = \frac{V_T - V_{BE}}{R_E} \approx I_C$$

$$V_{CE} = (V_{CC} - R_C I_C) - (R_E I_C) \rightarrow V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) I_C$$

مدل ترانزیستور در حالت ac

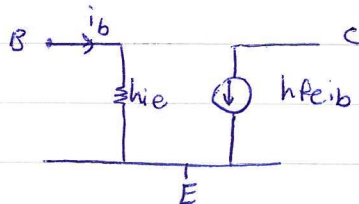


$h_{fe} = \beta$
 $h_{ie} = \frac{25 mV}{I_C}$
 $25 \leq 26 m\Omega$
 مدل ترانزیستور در حالت dc

$h_{re} \approx 0$

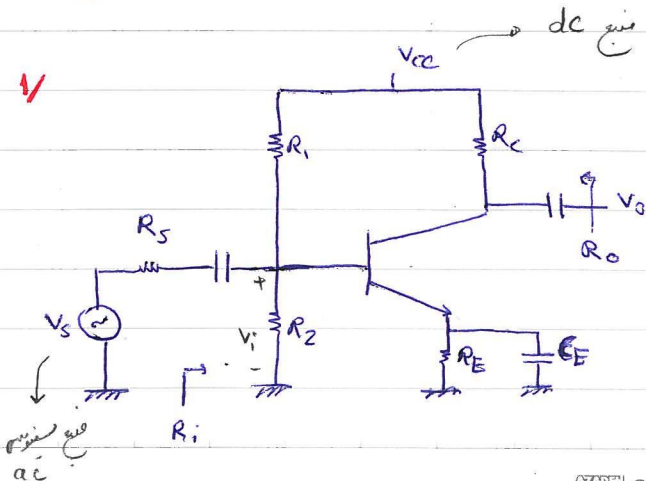
$h_{e^{-1}} \approx \infty$

مدل ساده شده ی ترانزیستور



تجزیه و تحلیل ac مدارها، ترانزیستور BJT

منظور از تجزیه و تحلیل ac تقویت کننده مناسب مشخصات مهم آن از قبیل بهره ولتاژ، مقاومت ورودی و مقاومت خروجی است. برای محاسبه این کمیت ها ابتدا مدار معادل ac تقویت کننده را بدست آورده (منابع ولتاژ و dc را حذف کنیم و تمام خازن ها را اتصال کوتاه در نظر می گیریم. منابع ولتاژ و اتصال کوتاه و منابع جریان را به صورت منبع می بینیم. ترانزیستور را به مدل ac مناسب خود تبدیل می کنیم و در ادامه به محاسبه پارامترهای آن می پردازیم.



$A_v = ?$ (کل)

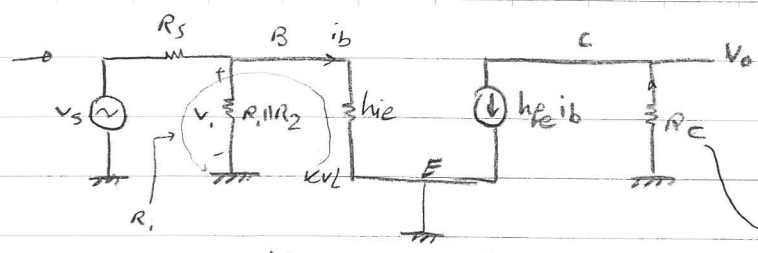
ولتاژ منبع داریم، می بینیم از قاعده کسری استفاده می کنیم (هر بار یکبار عددی در صورت می بینیم و عددی در مخرج می بینیم).

زن در حالت dc مدار باز است و در حالت ac اتصال کوتاه.

ولتاژ منبع را در اول dc حذف می کنیم بعد ac.

درین اول V_{cc} را حذف و V_s را حذف می کنیم بعد می بینیم.

V_o را حذف می کنیم (اتصال کوتاه کنیم). اصل می بینیم.



dc ولتاژ محل ولتاژ ac محل ولتاژ
 R_1 و R_2 موازی
 به دو سون زمین به هم وصله
 چون $h_{fe}i_b$ وابسته به i_b و

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C h_{fe} i_b}{h_{ie} i_b} = \frac{-R_C h_{fe}}{h_{ie}}$$

KVL: $V_i - h_{ie} i_b = 0$

به این مدار مدار اعتبار مستند نیست چون پهنای باند دارد و B و خروجی در C است. E می‌مونه. این حرف E خنجر

$$R_i = R_1 || R_2 || h_{ie}$$

معادله ای که در دست و پا می‌آید این حرفه

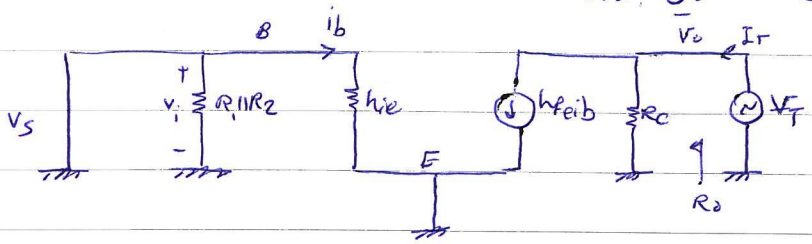
$$R_o = R_C$$

اگر مدار منبع جریان وابسته یا ولتاژ وابسته داشته باشیم در حقیقت از ما
 $R_T = \frac{V_T}{I_T}$ خواسته همونجا به نوع ولتاژ V_T می‌ذاریم و

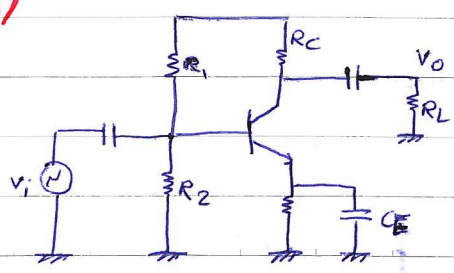
* از خروجی تون گیره کن ازش استفاده می‌کنی از این بره (توی این مدار خروجی)
 که یعنی V_o اتصال کوتاه

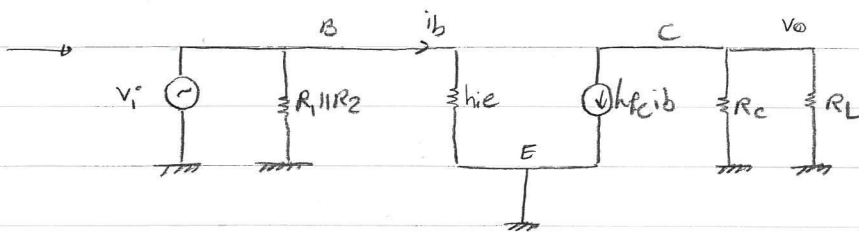
* $h_{fe} i_b$ همون سه حون است چه مدار چقدر مقاومت داریم که خنجر تون می‌گیره $i_b = 0$ و $h_{fe} i_b = 0$

مدار اعتبار مستند نیست که این در حالت ac زمین باشه:

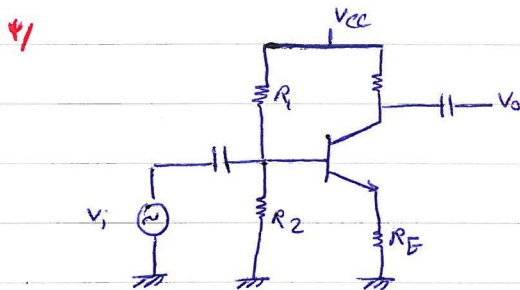


۲/

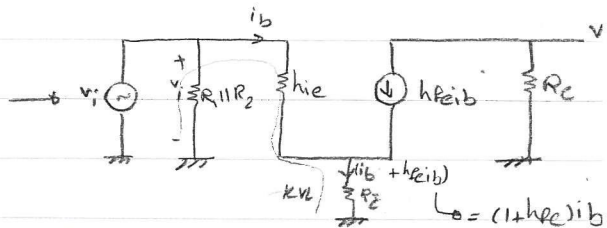




$$A_V = \frac{-(R_C \parallel R_L) h_{fe}}{h_{ie}}$$

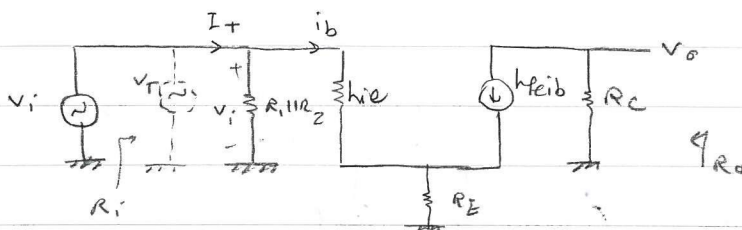


تبدیل به مدل کوچک سیگنال



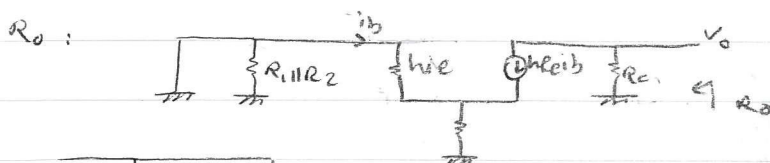
$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C h_{fe} i_b}{i_b (h_{ie} + R_E (1+h_{fe}))} = \frac{-R_C h_{fe}}{h_{ie} + R_E (1+h_{fe})}$$

KVL: $V_i - h_{ie} i_b - R_E (1+h_{fe}) i_b = 0 \xrightarrow{h_{fe} \rightarrow \infty} R_E (1+h_{fe}) \gg h_{ie} \rightarrow A_V \approx -\frac{R_C}{R_E}$

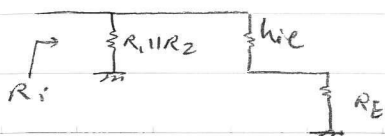


محاسبه \$R_i\$ و \$R_o\$

$$R_i = R_T = \frac{V_T}{I_T} = (R_1 \parallel R_2) \parallel [h_{ie} + (1+h_{fe})R_E]$$



$$R_o = R_C$$

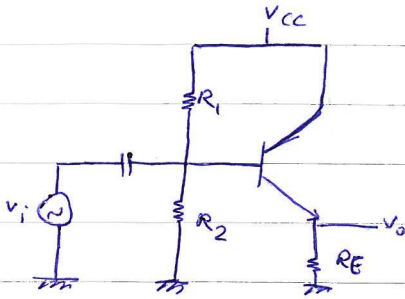


محاسبه \$R_i\$ و \$R_o\$

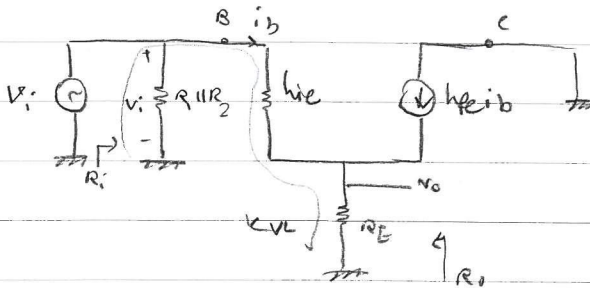
$$R_i = (R_1 \parallel R_2) \parallel [h_{ie} + (1+h_{fe})R_E]$$

تعويض الترددات المنخفضة

K1



نوع الحث ac ، خازن اقتران نوعه 2
 اتمنع ac اقتران كيرة ، منبع dc اتمنع سيرة - (ايمسج 2)



$$KVL: V_i - h_{ie}i_b - R_E(1+h_{fe})i_b = 0$$

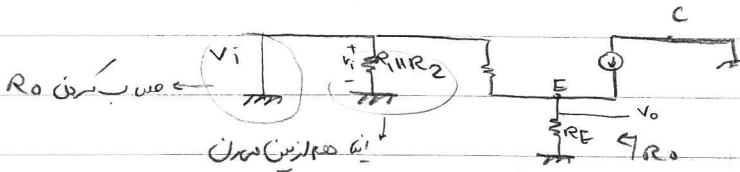
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

$$= \frac{R_E(1+h_{fe})i_b}{h_{ie}i_b + R_E(1+h_{fe})i_b} = \frac{R_E(1+h_{fe})}{h_{ie} + R_E(1+h_{fe})}$$

$$\text{اذا } R_E(1+h_{fe}) \gg h_{ie} \rightarrow A_v = 1$$

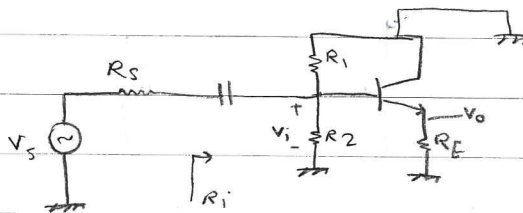
$$R_i = [R_E(1+h_{fe}) + h_{ie}] \parallel R_1 \parallel R_2$$

لا اربط بين تين

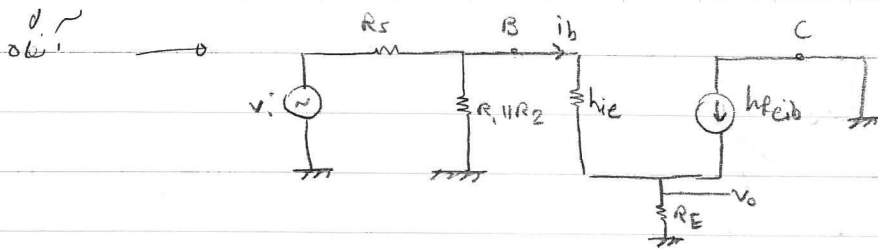


$$R_o = \frac{h_{ie}}{1+h_{fe}} \parallel R_E$$

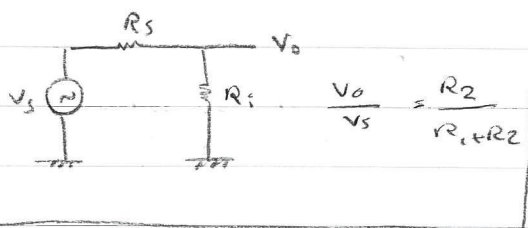
اذا كان RS صغيرا



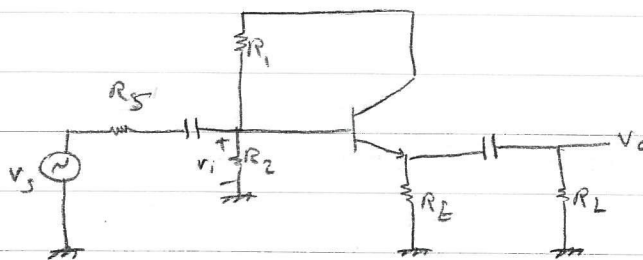
KV



$$\frac{V_o}{V_S} = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_S} = A_V \times \frac{R_i}{R_i + R_S}$$



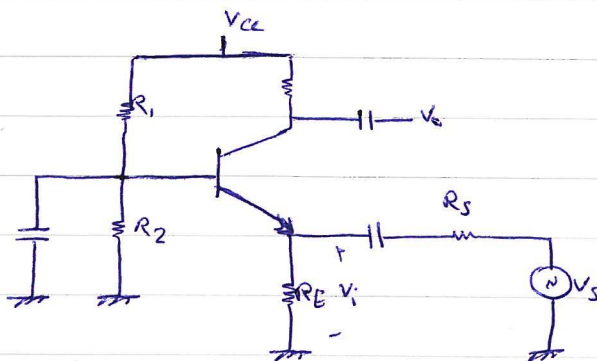
الف) (حالت دین)



$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{(R_E || R_L)(h_{fe})}{h_{ie} + (R_E || R_L)(h_{fe})}$$

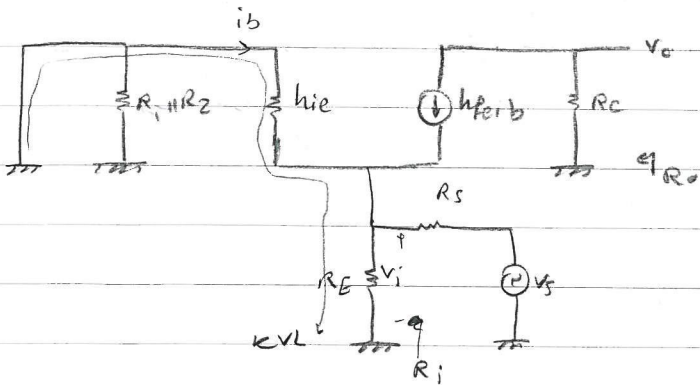
در \$R_E || R_L\$ بیش از حد
\$R_E || R_L\$

ب)



توی کثرت بزرگتر است

(در حالت dc پس از حذف)



$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C h_{fe} i_b}{h_{ie} i_b} = \frac{R_C h_{fe}}{h_{ie}}$$

نسبت ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی (تقریباً متناسب با ضریب تقویت)

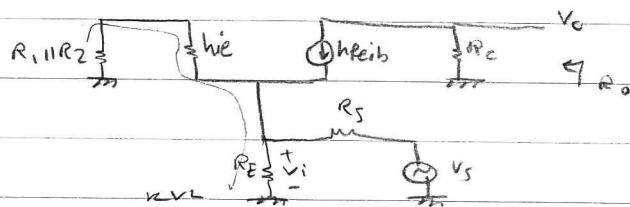
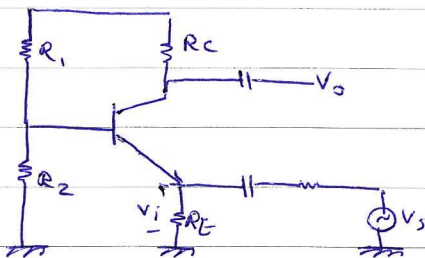
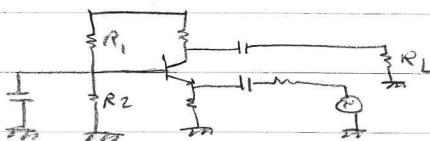
$$KVL: h_{ie} i_b = V_i$$

$$R_i = \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}} \parallel R_E \rightarrow R_o = R_C$$

توان خروجی و ضریب تقویت

$$A_{V_S} = \frac{V_o}{V_S} = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_S} = A_V \times \frac{R_i}{R_i + R_S}$$

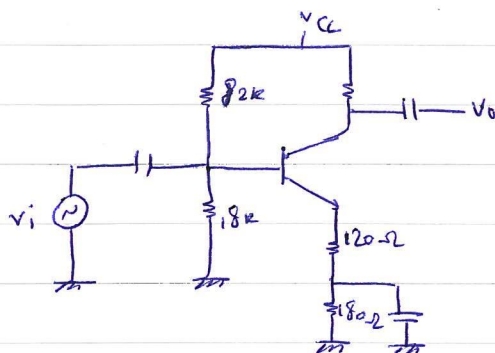
RL بار خروجی و RE || RL



$$KVL = 0 \rightarrow [(R_1 \parallel R_2) + h_{ie}] i_b = V_i$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_C h_{fe} i_b}{-[(R_1 \parallel R_2) + h_{ie}] i_b} = \frac{R_C h_{fe}}{(R_1 \parallel R_2) + h_{ie}}, R_o = R_C, R_i = \frac{h_{ie} + (R_1 \parallel R_2)}{1 + h_{fe}} \parallel R_E$$

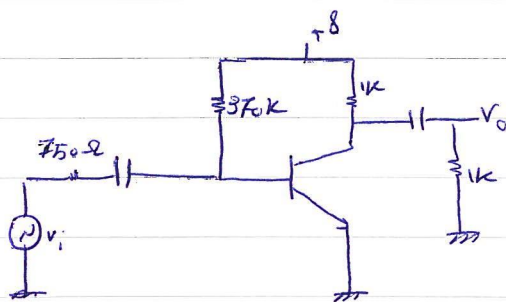
توان

$$R_i = \frac{(R_1 \parallel R_2) + h_{fe} \parallel R_E}{1 + h_{fe}}$$


$A_{VS} = ?$, $R_{o5} = ?$, $R_{i7} = ?$ = نویں

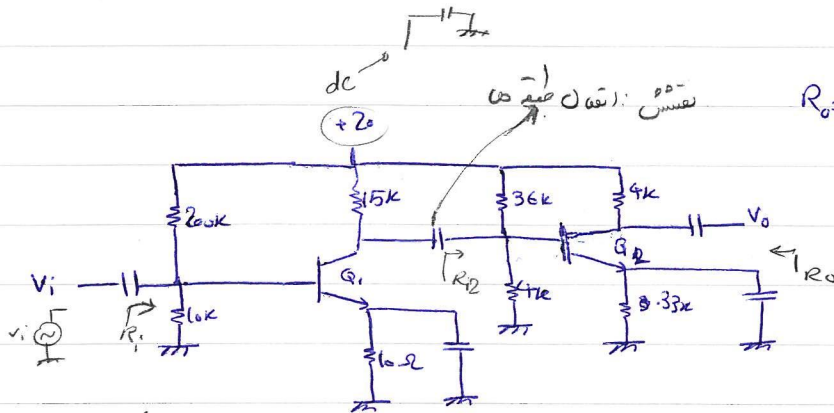
$$V_{BE} = 0,6 \quad , \quad \beta = 100$$

توین = (live اندام و dead کلیم ویدیت پریم)



در ۳ مرد و ۳ سال ندره ۵۰ ، 26mm در طول دریم (۱)
(۲) در ۲ مرد و ۵ سال ندره ۱۰ در طول دریم (۱)

تصیل مدارها حید صبه =



مثال: $R_o = ?$, $R_i = ?$, $A_v = ?$

$\beta_1 = \beta_2 = 50$
 $h_{ie1} = 2k$
 $h_{ie2} = 550\Omega$

تقسیم: تقاطع مدار و تقسیم واصل می‌کنیم تا ac

مدار به

dc وصل نمی‌کنیم h_{ie} را

در dc لازم بود، خازن‌ها صاف و در صاف ac افتاده بود.
 ac که می‌کنیم معوض زنا اتصال کوتاه. $33k\Omega$ و $10k\Omega$ حذف می‌شوند.

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{V_{b2} = V_{c1}} \times \frac{V_{c1}}{V_i} = A_{v1} \times A_{v2} = -363 \times -12 = 4356$$

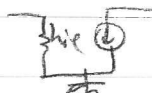
$$A_{v1} = \frac{V_o}{V_{b2}} = \frac{-R_{ch1}}{h_{ie2}} = \frac{-4k \times 50}{550\Omega} = -363$$

(از صفت عبور به مدل و قرار دیم و صبر کنیم). صفت است ادب، این صفت را اعتبار ندهیم.

$$A_{v2} = \frac{V_{c1}}{V_i} = \frac{-R_{ch2}}{h_{ie1}} = \frac{-(36k \parallel 4k \parallel h_{ie2}) \times 50}{2k} = -12$$

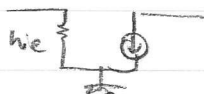
بعد از صفت 2 در طبقه اول اعتبار کنیم. R_{i2} بود و می‌کنیم.
 در صفت بود 15k قرار می‌کنیم تا R_c بدست می‌آید.

$$R_{i2} = 36k \parallel 4k \parallel h_{ie2} \rightarrow \text{صفت نقل می‌کنیم}$$

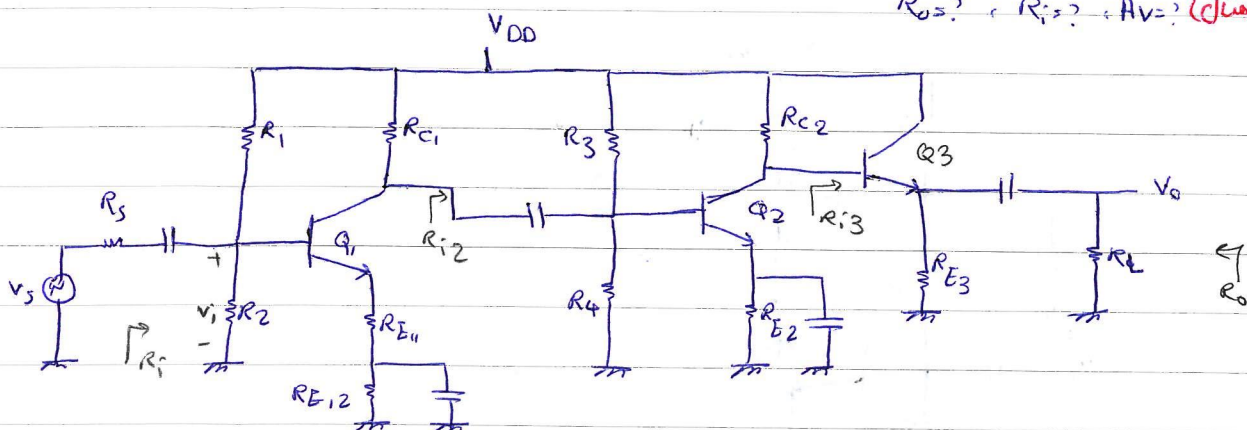


$$R_o = 4k$$

$$R_i = h_{ie1} \parallel 200k \parallel 10k$$



$R_o = ?$, $R_i = ?$, $A_v = ?$ (Q12)



$$A_{VS} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_{b3}=V_{c2}} \times \frac{V_{c2}}{V_{b2}=V_{c1}} \times \frac{V_{c1}}{V_i} \times \frac{V_i}{V_s} = A_{V1} \times A_{V2} \times A_{V3} \times A_{V4}$$

$$A_{V1} = \frac{V_o}{V_{c2}} = \frac{R_E(1+h_{fe})}{h_{ie} + R_E(1+h_{fe})} = \frac{(R_{E3} \parallel R_L)(1+h_{fe})}{h_{ie3} + (R_{E3} \parallel R_L)(1+h_{fe})}$$

$$A_{V2} = \frac{V_{c2}=V_{b3}}{V_{b2}} = \frac{-R_{chfe}}{h_{ie}} = \frac{-(R_{C2} \parallel R_{i3})h_{fe}}{h_{ie3}}$$

$$R_{i3} = (R_{E3} \parallel R_L) \times (1+h_{fe}) + h_{ie3}$$

$$A_{V3} = \frac{V_{c1}=V_{b2}}{V_i} = \frac{-R_{chfe}}{h_{ie} + R_E(1+h_{fe})} = \frac{-(R_{C1} \parallel R_{i2})h_{fe}}{h_{ie} + R_{E1}(1+h_{fe})}$$

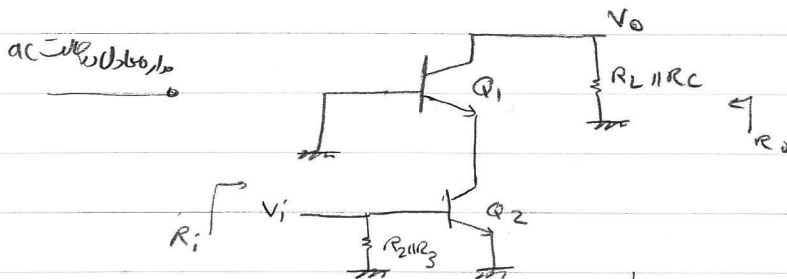
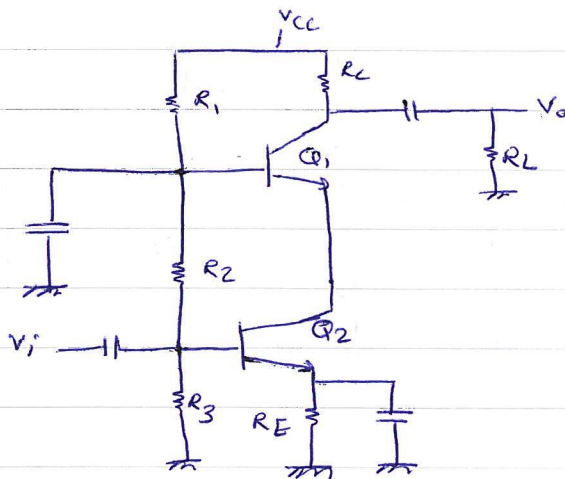
$$R_{i2} = R_3 \parallel R_4 \parallel h_{ie2}$$

$$A_{V4} = \frac{V_i}{V_s} = \frac{R_i}{R_i + R_s} = \frac{-[R_{E1}(1+h_{fe}) + h_{ie}] \parallel R_1 \parallel R_2}{-[R_{E1}(1+h_{fe}) + h_{ie}] \parallel R_1 \parallel R_2 + R_s}$$

$$R_o = \frac{R_{C2} + h_{ie3}}{1+h_{fe}} \parallel R_{E3} \parallel R_L$$

$$R_i = [R_{E1}(1+h_{fe}) + h_{ie}] \parallel R_1 \parallel R_2$$

$$R_o = ? \quad R_i = ? \quad A_v = ?$$



$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{V_{E1}} \times \frac{V_{E1}}{V_i} = \frac{(R_L || R_C) h_{fe1}}{h_{ie1}} \times \left(\frac{h_{ie1}}{h_{fe1}} \right) h_{fe2} = \frac{(R_L || R_C) h_{fe2}}{h_{ie2}}$$

$$A_{v1} = \frac{V_o}{V_{E1}} = \frac{(R_L || R_C) h_{fe2}}{h_{ie2}}$$

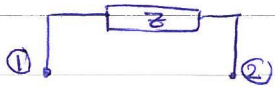
$$A_{v2} = \frac{V_{C1} = V_{C2}}{V_i} = \frac{R_C h_{fe1}}{h_{ie1}} = \frac{\left(\frac{h_{ie1}}{1+h_{fe1}} \right) h_{fe1}}{h_{ie1}}$$

$$R_i = R_2 || R_3 || h_{ie2}$$

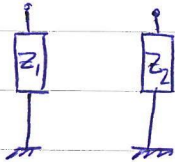
$$R_o = R_L || R_C$$

□ قسمة میلر

اگر ایملاس Z بین گره ها 1 و 2 که دالال و تفرقه 1 و 2 داشته و اگر 1 و 2 در صورتی نسبت و تفرقه 1 و 2 برابر k باشد، می توان بار قسمة میلر ایملاس Z را بداشت و به آن دو ایملاس Z_1 و Z_2 این نقاط 1 و 2 در زمین متصل نمود که Z_1 و Z_2 از رابطه زیر محاسبه می شوند.



$$k = \frac{v_2}{v_1}$$



$$Z_1 = \frac{Z}{1-k} \quad Z_2 = \frac{Z}{1-\frac{1}{k}}$$

نقطه ۱- اگر $k = \frac{v_2}{v_1}$ بزرگ باشد ($k = \frac{v_2}{v_1} \gg 1$)، آنگاه Z_2 تقریباً برابر Z می شود. این حالت معمولاً برای تقویت کننده ها امپدانس ورودی مشترک و تفرقه که ایملاس Z بین خروجی و ورودی مدار قرار می گیرد رخ می دهد. چون در این تقویت کننده ها معمولاً $k = Av \gg 1$ که $k = Av$.

نقطه ۲- اگر $k = \frac{v_2}{v_1}$ تقریباً برابر 1 باشد ($k = \frac{v_2}{v_1} \approx 1$)، آنگاه Z_1 و Z_2 بسیار بزرگ می شوند، این حالت معمولاً در تقویت کننده کلتور مشترک و تفرقه که ایملاس Z بین خروجی و ورودی مدار قرار می گیرد رخ می دهد. چون در مدار کلتور مشترک $k = Av \approx 1$ می باشد.

$$\frac{-R_{ch} R_e}{h_{ie}} \quad \text{امپدانس مشترک}$$

$$\frac{-R_{ch} R_e}{h_{ie} + R_E (1 + h_{fe})}$$

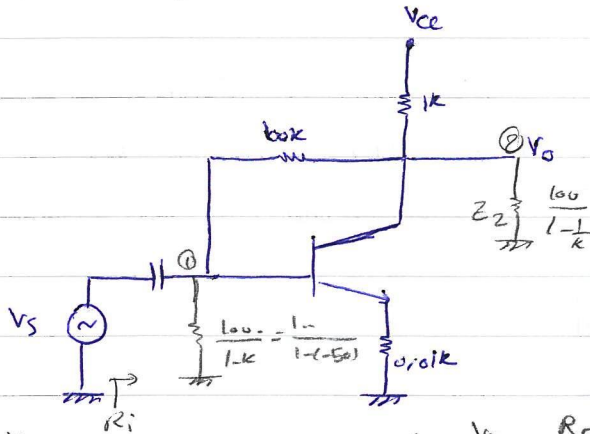
$$\frac{R_{ch} h_{fe}}{h_{ie}}$$

$$\frac{R_E (1 + h_{fe})}{h_{ie} + R_E (1 + h_{fe})} \approx 1$$

(اینترمدیوم)

سوال در مدار سلف زیر کجوه ولتاژ با ایدئال دودک برابر است :

$$h_{fe} = 100, h_{ie} = 1k$$



از تقویم میله استفاده کنیم تا بتوانیم سیر اول مدار این کپی که A_v رو بدینم.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_o}{V_i} = k$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_c h_{fe}}{h_{ie} + h_{fe} (R_E || R_L)} = \frac{(1k || 100) 100}{(1k + 10k || 100) (1 + 100)} \approx -50$$

$\downarrow$
 $\frac{R_c}{R_E}$

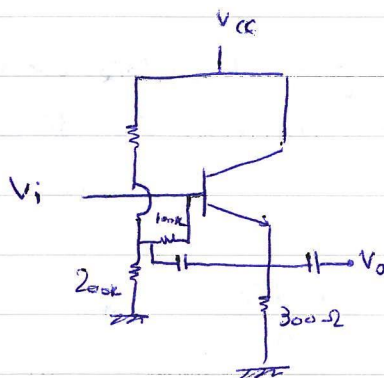
$$Z_2 = \frac{100}{1 - \frac{1}{k}} \approx 100$$

$$R_i = [100k (1 + h_{fe}) + h_{ie}] || Z_1 \approx 1k$$

(الکتروستات)

سوال A_v و R_i ؟

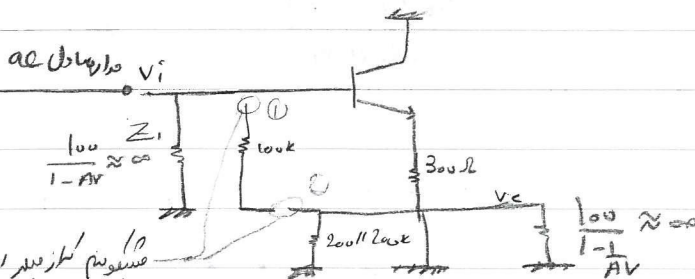
$$h_{ie} = 1k, \beta = 50$$



$$k = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_o}{V_i}$$

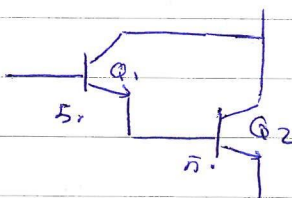
ac بارها V_i

$$\frac{100}{1 - A_v} \approx \infty$$



سیر اول سلف زیر استفاده کنیم

$$I_C \approx I_E$$



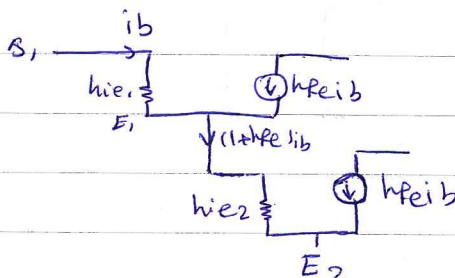
مدار دارالمنقول

$$I_{C1} = \beta I_{B1}$$

$$I_{C2} = \beta I_{B2}$$

$$I_{C1} = I_{B2}$$

$$I_{C2} = \beta \beta I_{B1}$$



(در مرحله اول)

$$\frac{R_E (1 + h_{fe})}{h_{ie} + R_E (1 + h_{fe})} \approx 1$$

$\downarrow$ $\downarrow$
 $1k$ 2500

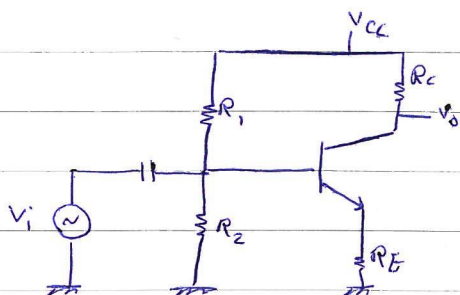
$$A_V = \frac{(0.3k \parallel 200k \parallel 200k \parallel Z_2) (1 + 2500)}{1k + (0.3k \parallel 200k \parallel 200k \parallel Z_2) (1 + 2500)} \approx -96$$

$$R_i = [(0.3k \parallel 200k \parallel 200k \parallel Z_2) (1 + h_{fe}) + h_{ie}] \parallel Z_1 = 670k$$

$\downarrow$
 $5M$

$Z_1 = \frac{100k}{1 - 0.96} = 5M$

بدست آوردن شارجهای مستقیم حرجی =

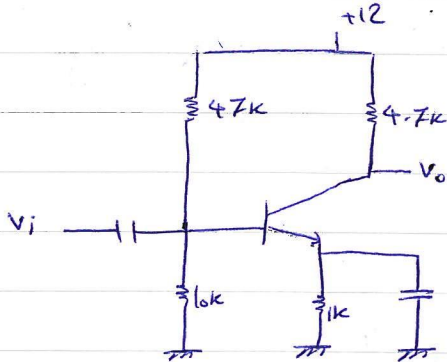


$$V_o = V_{ode} + V_{oce}$$

حرفه از مدار جریان و ولتاژ خاصیت به هم ربط داده می شود
ac به مدار اضافه می شود و به هم جمع می شوند

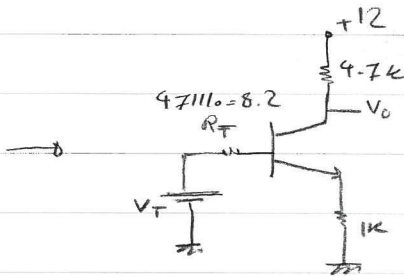
مثال ۱ در مدار زیر جانریم سوئیچ (swing) را تعیین کنید

$V_{BE} = 0.7$ و $\beta = 100$



افزار ترانسفر (dc)

در این مدار $R_E (1 + \beta) \gg R_T$ و R_T می‌تواند حذف شود.



$$V_C = 12 - 4.7 \times I_C = 4.95$$

$$V_E = 1k \times I_E = 1.5$$

$$\Rightarrow V_{CE} = 3.45$$

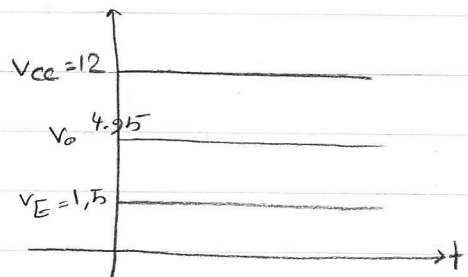
$$V_T = \frac{10}{10 + 4.7} \times 12 = 8.2$$

$R_T \ll 100 \gg R_T$ (در اینجا R_T حذف می‌شود)

$$I_C = \frac{V_T - V_{BE}}{1k} = \frac{8.2 - 0.7}{1k} = 7.5mA$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-4.7k \times I_C}{h_{ie}}$$

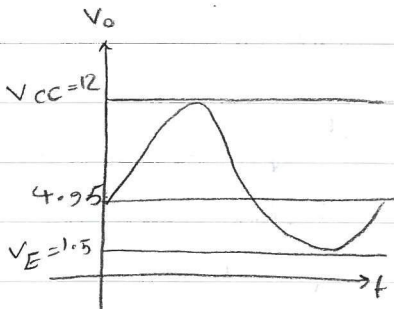
$$h_{ie} = \frac{26mV}{I_E} = \frac{26mV}{7.5mA} = 3.47\Omega$$



شکل dc بار

نقشه ترانزیستور قطع در نقطه $V_{CE} = 12$ و $I_C = 0$ و در نقطه $V_{CE} = 1.5$ و $I_C = 7.5mA$ قطع می‌شود.

در $V_{CE} = 12$ و $I_C = 0$ و در $V_{CE} = 1.5$ و $I_C = 7.5mA$ قطع می‌شود.

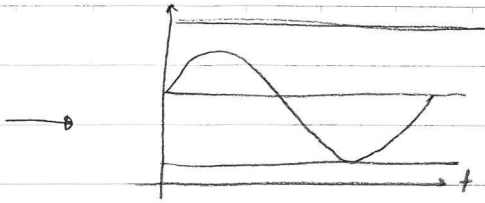


$$12 - 4.95 = 7.05$$

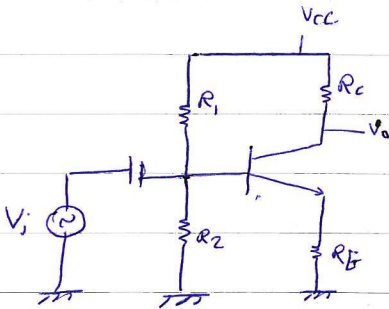
تفاوت بین دو نقطه

$$4.95 - 1.5 = 3.45$$

تفاوت بین دو نقطه



3.45 ~ 3.45 = ΔV_{CE} (ac signal)
 - V_{CE}



ac signal, KVL: $-R_C i_C - V_{CE} - R_E i_C = 0$
 ac signal

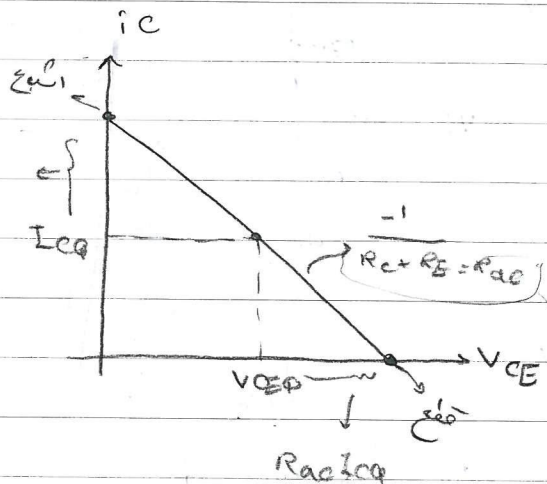
$$-(R_C + R_E) i_C = V_{CE} \rightarrow i_C = \left(\frac{-1}{R_C + R_E} \right) V_{CE} \quad \text{ac signal}$$

$$(i_C - I_{CQ}) = \left(\frac{-1}{R_C + R_E} \right) (V_{CE} - V_{CEQ})$$

ac signal
 $i_C = I_{CQ} + i_c$
 dc signal ac signal

$V_{CE} = V_{CEQ} + v_{ce}$
 dc signal ac signal

$$\frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}$$

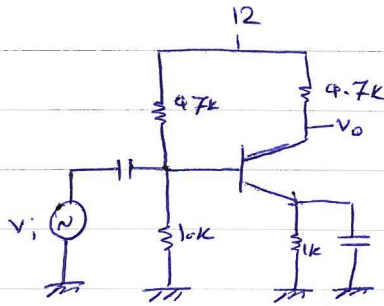


$$\min(I_{CQ}, \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}})$$

$$V_o = R_C \times \min(I_{CQ}, \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}})$$

ac signal, dc signal

ac signal, dc signal



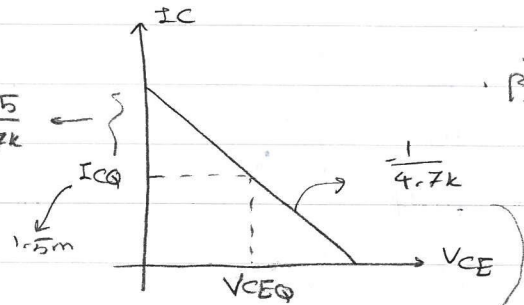
حل قبل با استفاده از این روش

$$I_C = 1.5 \text{ mA}$$

$$V_{CEQ} = 3.45$$

$$0.73 = \frac{3.45}{4.7k}$$

$$\frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}$$



نقطه کار را مشخص کنیم

یا در صورت ac (سوال بزرگتره)

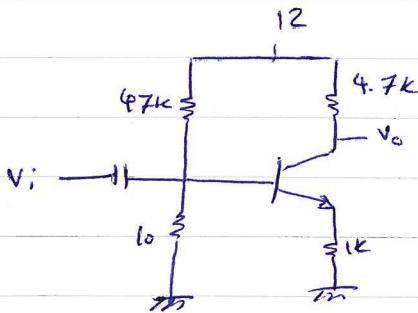
$$\min(I_{CQ}, \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}) = 0.73$$

$$V_o = 0.73 \times 4.7k = 3.45$$

در حالت ac = مقدار

وین = در حالت ac مقدار خروجی ولت است ؟

۱/



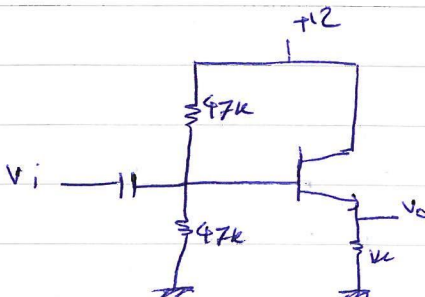
$$V_{BE} = 0.7$$

$$\beta = 100$$

$$\beta = 200$$

$$V_{BE} = 0.6$$

۲/



✓

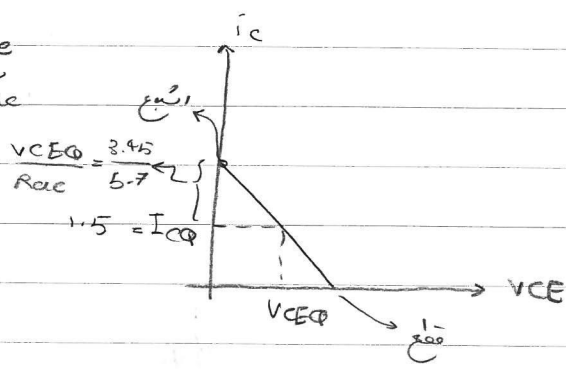
$$i_c = I_{CQ} + i_c$$

$$V_{CE} = V_{CEQ} + V_{ce}$$

$\downarrow$ $\downarrow$
 DC ac

$$I_{CQ} = 1.5 \text{ m}$$

$$V_{CEQ} = 3.45$$



$$R_{ac} = 4.7k + 1k = 5.7k$$

$$\min(I_{CQ}, \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}) = 0.6 \text{ m}$$

$\swarrow$ $\searrow$
 1.5 m 3.45 / 5.7k

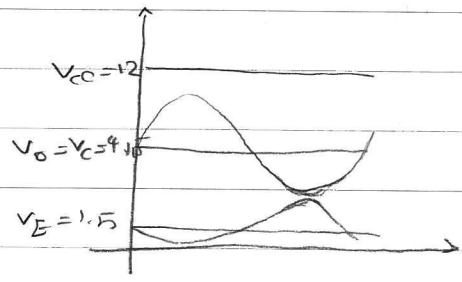
$$V_o = 0.6 \text{ m} \times 4.7k = 2.82$$

$$V_o = 12 - 4.7k \times I_{CQ}$$

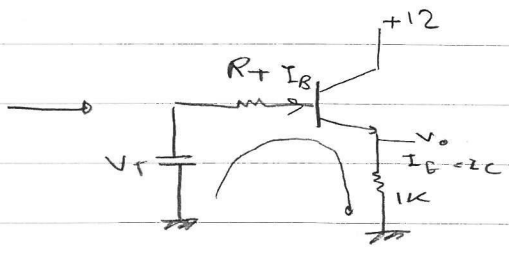
$\downarrow$
 1.5 m

$$V_E = 1k \times 1.5 \text{ m} = 1.5$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_{c} h_{fe}}{h_{ie} + R_E (1 + h_{fe})}$$



✓



$$R_T = 47k \parallel 47k = 23.5k$$

$$V_T = \frac{47}{47 + 47} \times 12 = 6$$

$$I_C = \frac{6 - 0.6}{1k} = 5.4 \text{ m}$$

$$V_E = 1k \times 5.4 \text{ m} = 5.4$$

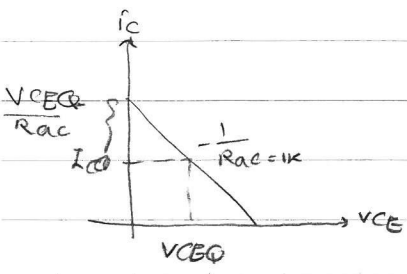
$$\Rightarrow V_{CE} = 6.6$$

$$\min(I_{CQ}, \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}) = 5.4 \text{ m}$$

$$\frac{6.6}{1k} = 6.6 \text{ m}$$

$$V_o = 5.4 \text{ m} \times 1k = 5.4$$

$$I_C = \beta I_B$$



$$R_E (1 + \beta) \gg R_T$$

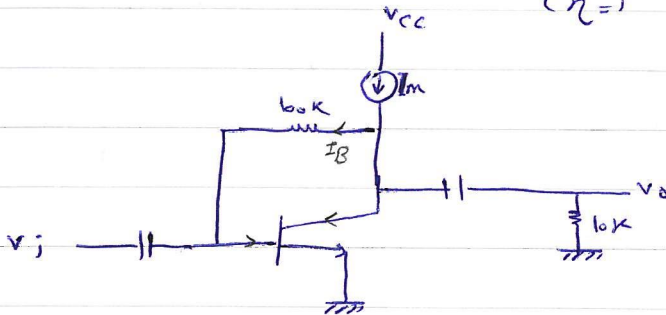
$$I_c = \beta I_B$$

$$I_G = (1 + \beta) I_B$$

$$\Rightarrow I_C \approx I_E$$

تقریبی - کچھ دقتدار کے ساتھ اس طرح کی تقریبیں ہوتی ہیں۔

($\eta = 1$, $V_T = 25 \text{ m}$, $\beta = 100$)



دل سے دوستی نہ کرنا
 دل سے دوستی نہ کرنا
 دل سے دوستی نہ کرنا

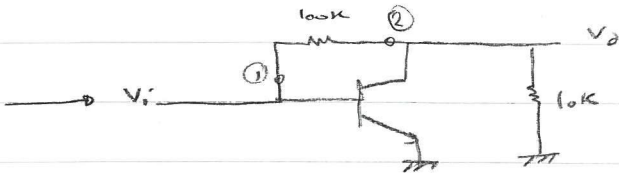
$$I_m = I_B + I_C = I_E \approx I_C$$

$$I_c \approx I_m$$

$$I_B + I_C = I_E \quad I_C = \beta I_B$$

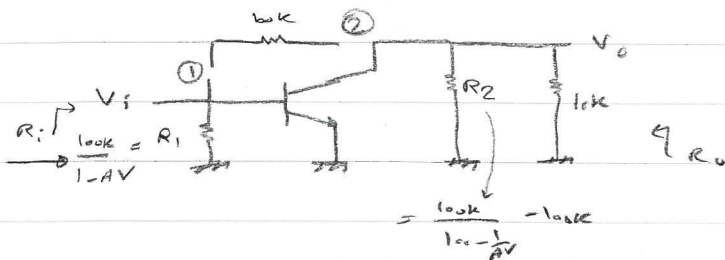
$$I_C = \beta I_B$$

$$h_{ie} = \frac{r_{V+\beta}}{I_c} = \frac{1 \times 25 \text{ mV} / 0.01}{1 \text{ mA}} = 2500 = 2.5 \text{ k}$$



$$K = \frac{V_2}{V_1} = A_V$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

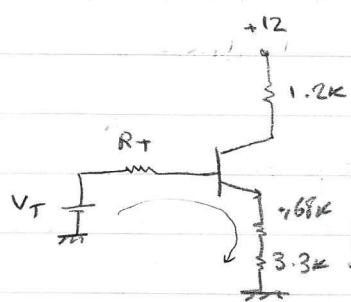
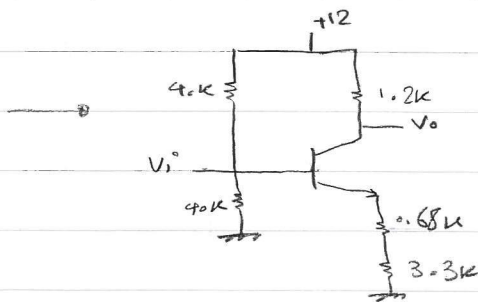


$$A_v = \frac{-R_{effe}}{h_{ie}} = \frac{(R_2 || R_L) h_{fe}}{2.5k} = -36$$

$$R_i = R, \text{ white}$$

$$\frac{100k}{1+360}$$

$$R_0 = 10k \parallel R_2$$



غیر خطی و غیر همبسته (dc)
رسم تئوری ترسیم

$$R_T = 40 \parallel 40 = 20k$$

$$V_T = \frac{40}{40+40} \times 12 = 6V$$

KVL برش $\rightarrow V_T - 20k \times I_B - V_{BE} - 3.98k \times I_C = 0$

$\downarrow$ $\frac{I_C}{\beta}$ $\downarrow$ 0.7

$\rightarrow I_C = 1.26m$

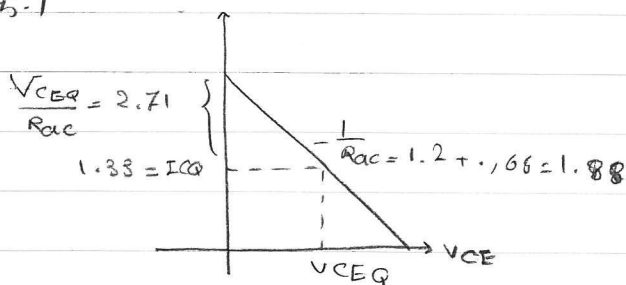
یا که اگر برش را به هم وصل کنیم 4 و 3.3 + 0.68 را در 3.3 + 0.68
درست می‌شود از R_T حرف بزنیم

$$I_C = \frac{6 - 0.7}{3.3 + 0.68} = 1.33m$$

خطی و نه اندازن یا بین ترسیمات

KVL برش $\rightarrow 12 - 1.2k \times I_C - V_{CEQ} - 3.98k \times I_C = 0$

$$V_{CE} = 5.1$$



$$I_B + I_C = I_E$$

مقدار ترانزیستور در ناحیه فعال

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_E = (1 + \beta) I_B$$

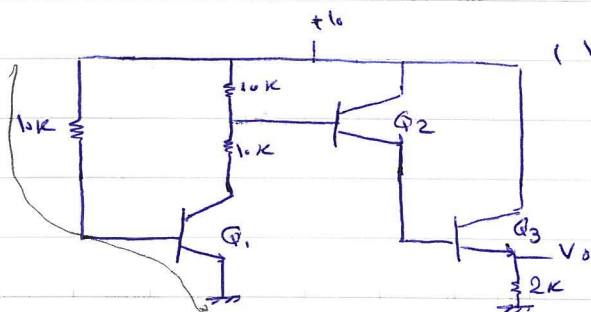
$$I_C \approx I_E$$

(ب) (ب)

$$\min(I_{CQ} \rightarrow \frac{V_{CE}}{R_{ac}}) = 1.33 \rightarrow V_o = 1.33 \times 1.2 = 1.59$$

1- و تئوری عرض مدار زیر برابر است:

$$(V_{CEsat} = 0.2, \beta = 100, V_{BE} = 0.7)$$



Q1 نقطه قطع می‌شود چون از مدار خارج می‌شود.

Q₁: فعال

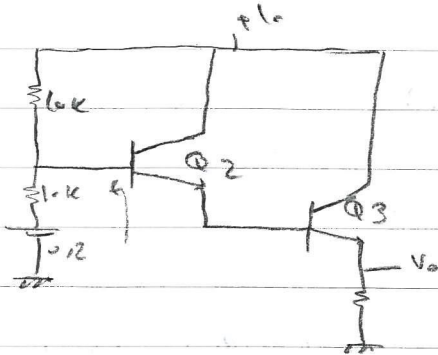
$$10 - 10k \times I_{B1} - V_{BE} = 0 \rightarrow I_{B1} = 0.93m$$

$$I_{C1} = \beta I_{B1} = 93m$$

$$I_1 = I_{C1} + I_{B2} \approx I_{C1}$$

$$V_{Q1} = 10 - 10k \times I_{C1} - 10k I_{C1} = -185.0 \neq V_{CE sat} \rightarrow$$

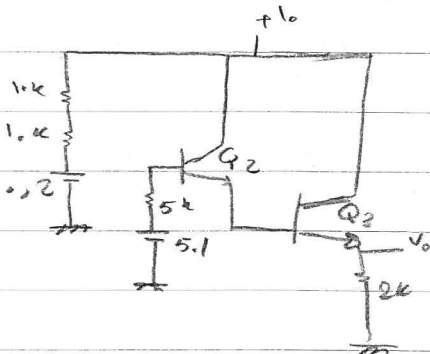
بد Q₁ است



Q₂ و Q₃ خازنه قطع باشند فعال باشند.

$$R_T = 5k$$

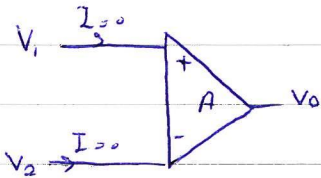
$$V_T = 10 - 10k \times \frac{10 - 0.2}{10 + 10} = 5.1$$



$$V_0 = 5.1 - 0.7 - 0.7 = 3.7$$

$$V_{CE3} = 10 - 3.7 > 0.2 \checkmark$$

$$V_{CE2} = 10 - 4.4 > 0.2 \checkmark$$



تقویت کننده ها کلیاتی =

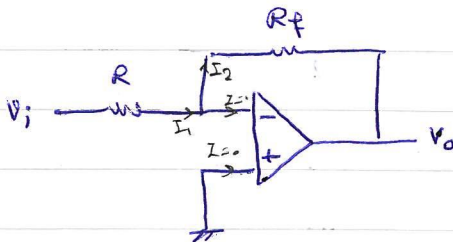
$$V_0 = (V_1^+ - V_2^-) A$$

* فیدبک منفی سیستم در پایدار کردن

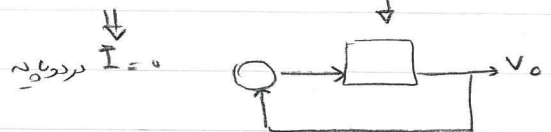
$$V_1 = V_2 \rightarrow \text{در فیدبک منفی در مدار باشد}$$

کاربردهای تقویت کننده ها عملیاتی =

مثال) ابتدا خروجی بر حسب ورودی را حساب کنید



نزدیک صفر داریم چون از خروجی به ورودی ارتباط وجود دارد

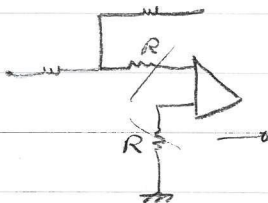


$$V^+ = V^- = 0$$

$$\text{KCL: } I_1 = I_2 + I_o$$

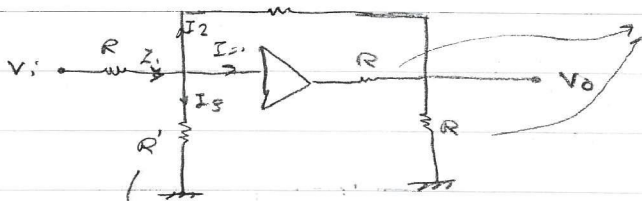
$$\frac{V_i - 0}{R} = \frac{0 - V_o}{R_f} \rightarrow \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_f}{R}$$

سرقتی ها ورودی opamp با سه تا تئری تمهیدات



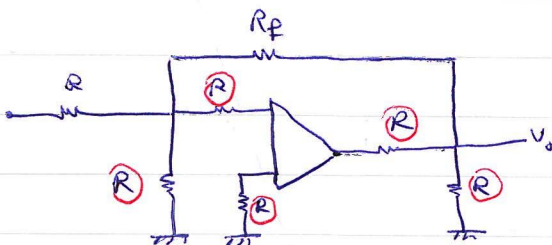
تئری تئری

اینجا تئری تئری



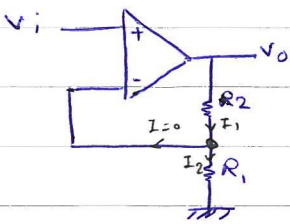
این هم $I_3 = 0$ می شه چون به زمین وصل

و تئری تئری $I_3 = 0$



★ این R ها در اینجا $\frac{V_o}{V_i}$ تئری تئری

مثال) رابعا حوضی در جب در در ک را حساب کنید.



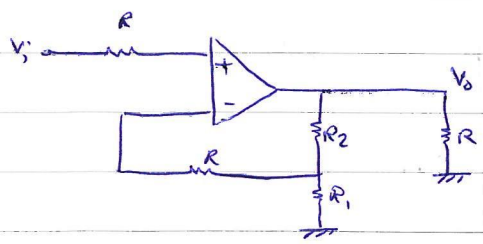
$$V^+ = V^-$$

$$V^+ = V^- = 0$$

$$Kcl: I_1 = I_2$$

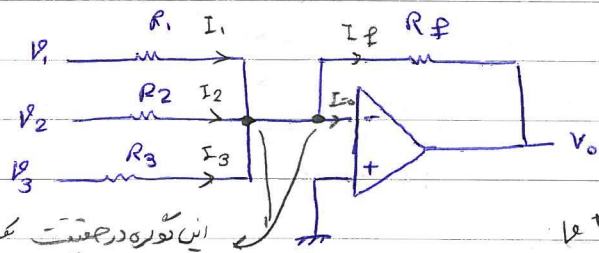
$$\frac{V_o - V_i}{R_2} = \frac{V_i - 0}{R_1}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$



با جمع مدار R حوضی تا بدین نمی برد.

مثال) رابعا حوضی در جب در در ک را حساب کنید.



تو در جمع کننده (در در ک مختلف و در این حالت در ک جمع می کند)

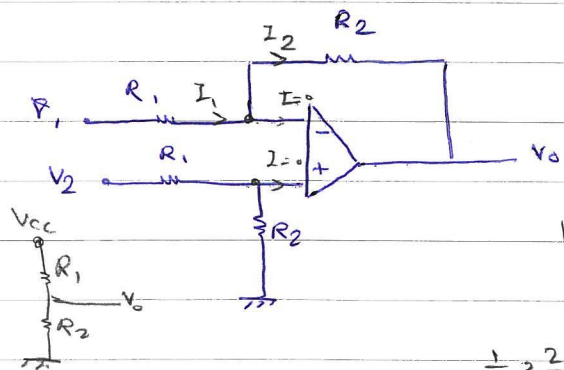
$$V^+ = V^-$$

$$V^+ = V^- = 0$$

$$Kcl: I_1 + I_2 + I_3 = I_f + I^+$$

$$\frac{V_1 - 0}{R_1} + \frac{V_2 - 0}{R_2} + \frac{V_3 - 0}{R_3} = \frac{0 - V_o}{R_f} \rightarrow V_o = \left(-\frac{R_f}{R_1} V_1\right) + \left(-\frac{R_f}{R_2} V_2\right) + \left(-\frac{R_f}{R_3} V_3\right)$$

مثال) رابعا حوضی در جب در در ک را حساب کنید.



$$V^+ = V^-$$

$$Kcl: I_1 = I_2$$

$$V^+ = V^- \quad ①$$

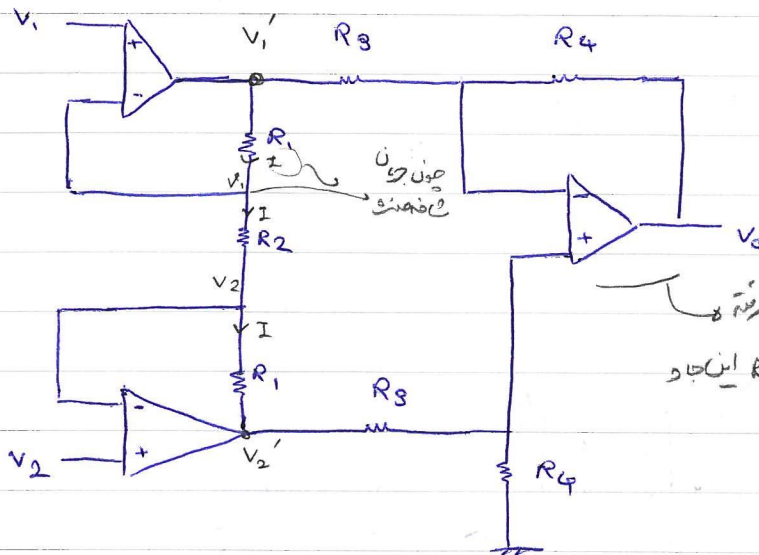
$$\frac{V_1 - V^-}{R_1} = \frac{V^- - V_o}{R_2} \quad ②$$

$$V^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_2 \quad ③$$

$$1, 2, 3 \rightarrow V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

(تقریب شده و نه خط)

سؤال (سبب سوال قبل)



$$V_0 = \frac{R_4}{R_3} (V_2' - V_1')$$

opamp اینجا به سبب اینکه R_4 مثبت است
به V_0 مثل قبل در R_2 و R_4 اینجا
 R_1 اینجا به R_1 سوال قبل

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

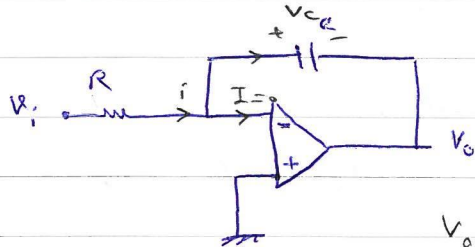
$$V_1' = V_1 + R_1 I = V_1 + R_1 \left(\frac{V_1 - V_2}{R_2} \right) \quad (2)$$

$$V_2' = V_2 - R_1 I = V_2 - R_1 \left(\frac{V_1 - V_2}{R_2} \right) \quad (3)$$

$$1, 2, 3 \rightarrow V_0 = \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right) \left(-\frac{R_4}{R_3} \right) (V_1 - V_2)$$

این توی تشریح مقادیر

سؤال و تا؟ و به چه دردی می خورد؟



$$V^+ = V^- = 0$$

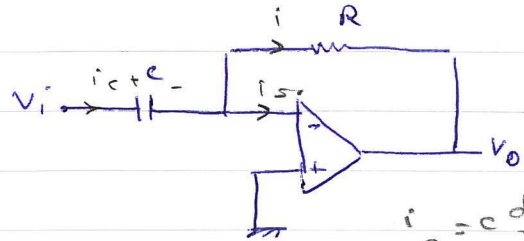
$$V_c = \frac{1}{C} \int i_c dt$$

$$V_0 = 0 - V_c = -V_c = -\frac{1}{C} \int i_c dt$$

$$= -\frac{1}{C} \int \frac{V_i}{R} dt = -\frac{1}{RC} \int_0^t V_i dt$$

$$i_c = i_e$$

$$\frac{V_i - 0}{R} = i_c$$



$$V_0 = V_i$$

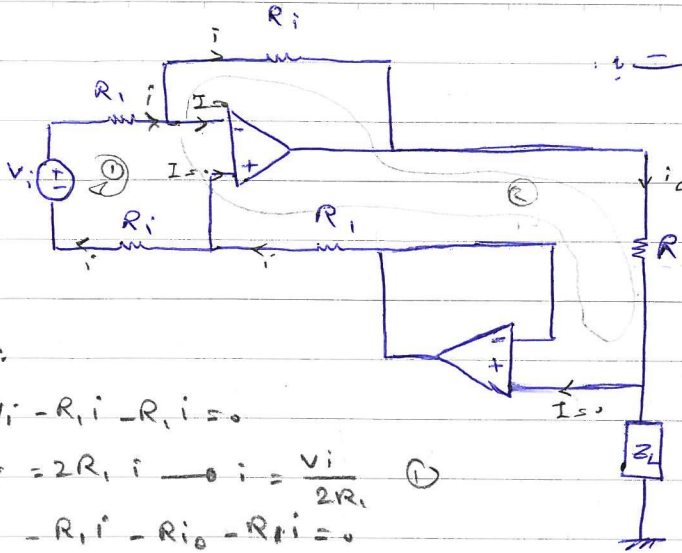
$$i_c = i$$

$$V_0 = 0 - Ri = -Ri = -R \frac{dV_i}{dt}$$

$$i_c = C \frac{dV_c}{dt} = C \frac{dV_i}{dt}$$

$$V_c = \frac{1}{C} \int i_c dt$$

مثال ۱: در مدار شکل زیر برابر است:



KVL 1/:

$$+V_i - R_i i - R_i i = 0$$

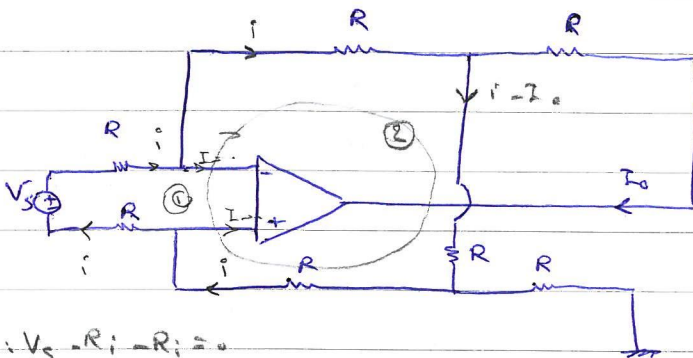
$$V_i = 2R_i i \rightarrow i = \frac{V_i}{2R_i} \quad (1)$$

KVL 2/:

$$-R_i i - R_i i - R_i i = 0$$

$$-R_i i = 2R_i i \quad (2) \quad \text{و } i_o = -\frac{V_i}{R}$$

مثال ۲: $I_o = ?$



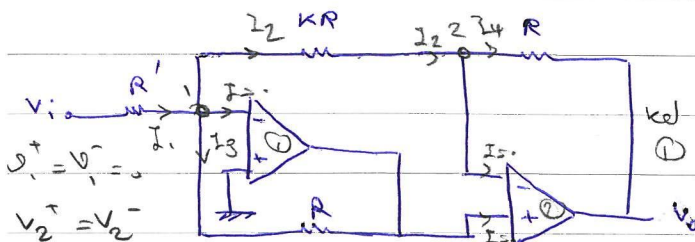
KVL 2: روی خازن بنویسید به مقادیر پیدا کنیم که I_o از آنش بگذرد.

KVL 1/:

$$V_s - R_i - R_i = 0 \rightarrow V_s = 2R_i \rightarrow i = \frac{V_s}{2R} \quad (1)$$

$$\text{2/1/} \rightarrow I_o = \frac{3V_s}{2R}$$

KVL 2/:



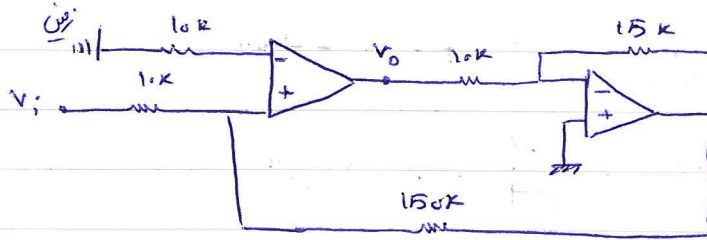
مثال ۳: در مدار شکل زیر به مدار برابر است:

$$I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow \frac{V_i - v_o}{R'} = \frac{v_o - v_2}{KR} + \frac{v_2 - v_o}{R} \quad (2)$$

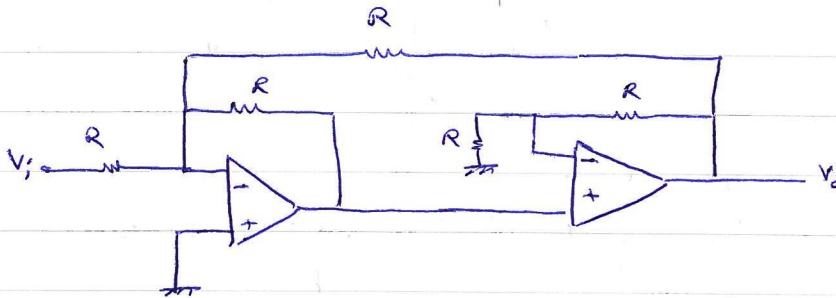
$$\text{2kel: } I_2 = I_4 \rightarrow \frac{v_o - v_2}{KR} = \frac{v_2 - v_o}{R} \quad (1)$$

$$\rightarrow \text{1, 2/} \rightarrow \frac{v_o}{V_i} = \frac{-R}{R'}$$

توین = حویلی است به دو درجه آزادی

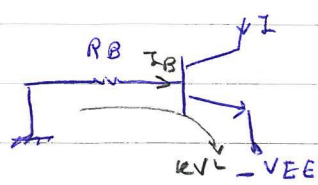


$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = 2$$



منبع جریان =

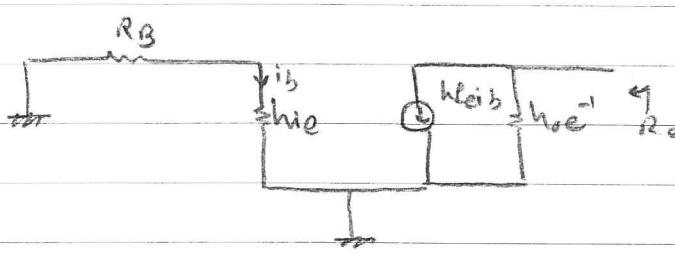
۱/



KVL: $0 - R_B I_B - V_{BE} = -V_{EE}$

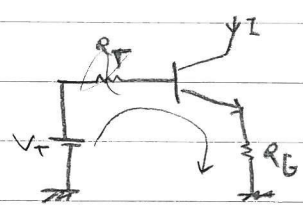
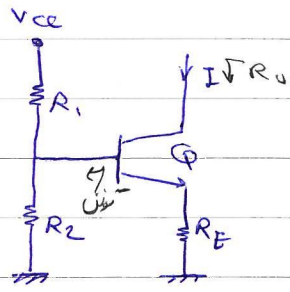
$$I_B = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_B} \quad \text{و} \quad I_C = \beta I_B = \beta \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_B}$$

وقتی ما تغییر می‌کنیم β و V_{BE} ترانزیستور تغییر می‌کند. منبع جریان خوبی که ما تغییر می‌کنیم باید باشد. (اینجا اگر β تغییر کند I_C هم تغییر می‌کند، ما می‌خواهیم ثابت باشد.)



ما می‌خواهیم چون دو حالت داریم: $h_{fe} = \beta$ و $h_{ie} = r_{be}$.
 $h_{fe} = \beta$ و $h_{ie} = r_{be}$ مدار باز $R_o = h_{oe}^{-1}$

۲/



اگر فرض کنیم V_T و R_T را داریم و می‌خواهیم I_C را پیدا کنیم.

$$R_T = R_1 \parallel R_2$$

$$V_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{CC}$$

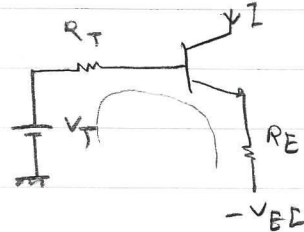
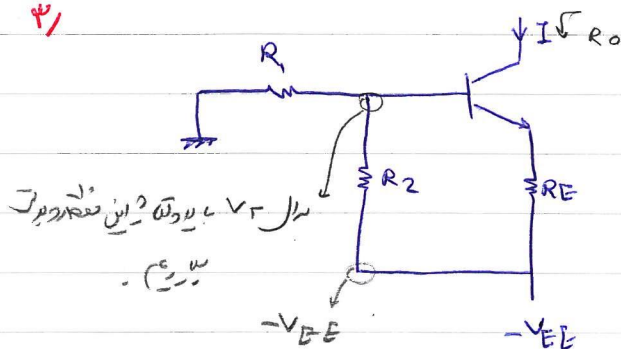
اگر $R_T \ll R_E (1 + \beta)$ و R_T مرتبه اول باشد.

$$I_C \approx I_E = \frac{V_T - V_{BE}}{R_E}$$

چون β و V_{BE} است ثابت مدار خوب.

البته V_{BE} و البته است اما تغییرش قابل ملاحظه نیست.

۳۱



از این تویین معلوم می‌شود

$$R_T = R_1 \parallel R_2$$

$$V_T = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (-V_{CC})$$

KVL: $V_T - V_{BE} - R_E I_E - R_T I_B = -V_{EE}$

از آنجایی که $R_T \ll R_E (1 + \beta)$ داریم $R_T \approx 0$

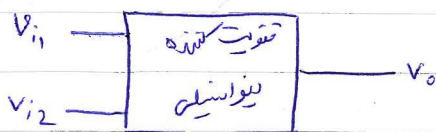
$$I_B = \frac{V_T - V_{BE} + V_{EE}}{R_E (1 + \beta) + R_T} \approx \frac{V_T - V_{BE} + V_{EE}}{R_E (1 + \beta)}$$

$I_B (1 + \beta) = I_E \approx I_C = \frac{V_T - V_{BE} + V_{EE}}{R_E}$

حالت ac: R_o برابر با R_C است. V_{EE} در این حالت به زمین وصل می‌شود.

در حالت dc: R_o برابر با R_C است.

$$R_o = h_{oe}^{-1} \left[1 + \frac{R_E h_{fe}}{R_E + h_{ie} + (R_1 \parallel R_2)} \right]$$



تفاوت کننده و توسیع کننده

$$v_o = (v_{i1} - v_{i2}) A_d + \left(\frac{v_{i1} + v_{i2}}{2} \right) A_c$$

تفاوت کننده توسیع کننده

$$v_o = v_d A_d + v_c A_c$$

نقطه \$A_d\$ و \$A_c\$

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

اگر \$A_c\$ و \$A_d\$ در یک نقطه

$$\begin{aligned} \xrightarrow{A_c} v_o &= (v_{i1} - v_{i2}) A_d + \frac{v_{i1} + v_{i2}}{2} A_c \\ \xrightarrow{A_d} v_{i1} = -v_{i2} = v_i &\rightarrow v_o = (v_i - (-v_i)) A_d + \left(\frac{v_i - v_i}{2} \right) A_c \end{aligned}$$

$$v_o = 2v_i A_d \rightarrow 2A_d = \frac{v_o}{v_i}$$

FET { $JFET < n$
 $MOSFET < \begin{matrix} p \\ n \end{matrix}$

نوع \$n\$ و \$p\$ (۱) و \$n\$ و \$p\$ (۲) و \$n\$ و \$p\$ (۳) و \$n\$ و \$p\$ (۴)

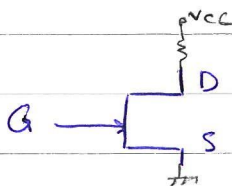
نوع \$n\$ و \$p\$ FET

جریان خروجی در نوع \$n\$ و \$p\$

نوع \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$

نوع \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$

نوع \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$ و \$n\$ و \$p\$

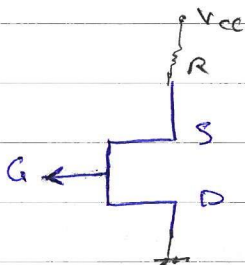
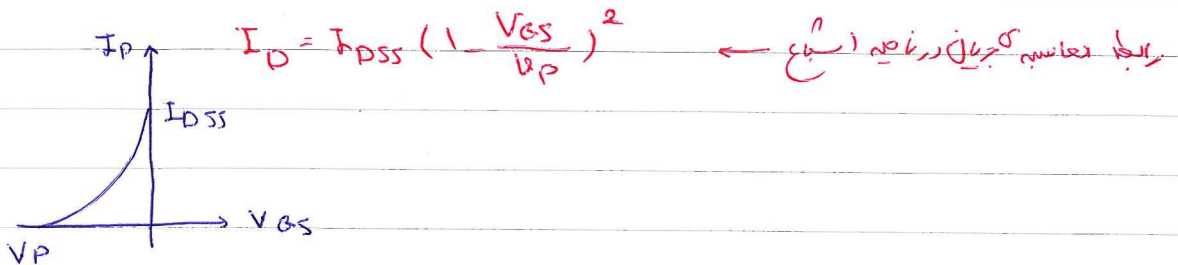


Gate
درین
سخت

(هسته \$I_G\$)

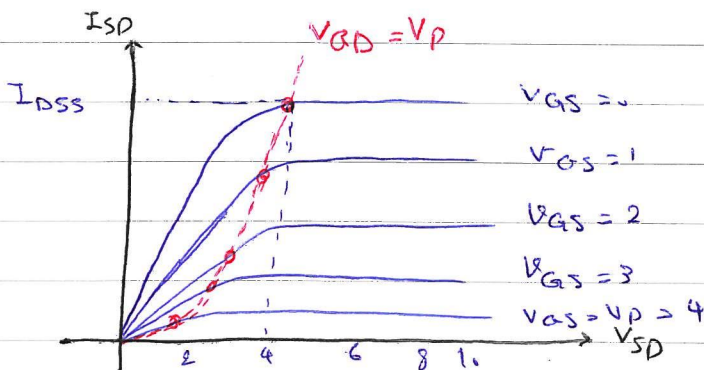
$$I_{DS} = 0 \quad \text{for} \quad V_{GS} < V_P \quad \leftarrow \text{نمی‌شود}$$

* JFET نوع n و p و V_P مثبت و منفی



⊙ V_P و V_{GS} برای JFET نوع P

در این JFET جریان همیشه از S به D است

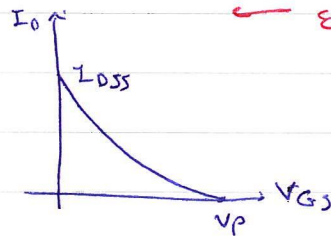


$$V_{DS} < V_{GS} - V_P \quad \text{or} \quad 0 \leq V_{GS} \leq V_P \quad \leftarrow \text{نمی‌شود اشباع}$$

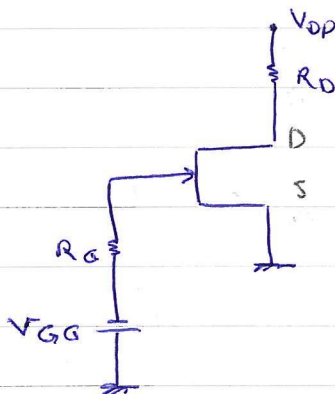
$$V_{DS} > V_{GS} - V_P \quad \text{or} \quad V_{GS} < V_P \quad \leftarrow \text{نمی‌شود اشباع}$$

$$V_{GS} > V_P \quad \leftarrow \text{نمی‌شود}$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$



این رابطه را می توان به صورت زیر نوشت



I_{DS}

در این مدار منبع ولتاژ V_{GS} و V_{DS} وجود دارد. ولتاژ V_{GS} را می توان به صورت زیر نوشت

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

این رابطه در شرایطی که $V_{GS} < V_P$ و $V_{DS} > V_{GS} - V_P$ برقرار است.

$$I_G = 0$$

$$V_S = 0$$

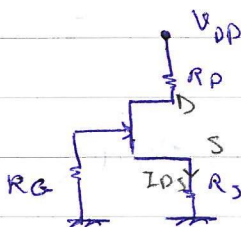
$$V_G = -V_{GG}$$

$$V_{GS} = -V_{GG}$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_P$$

$$V_D = V_{DD} - R_D I_{DS}$$

$$V_S = 0$$



I_{DS}

$$V_S = R_S I_{DS}$$

$$V_{GS} = -R_S I_{DS}$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{-R_S I_{DS}}{V_P}\right)^2$$

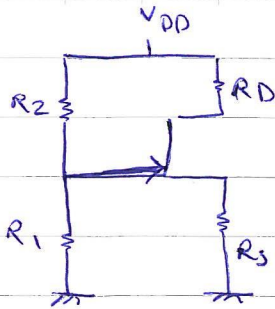
$$I_G = 0 \rightarrow V_G = 0$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_P$$

$$V_D = V_{DD} - R_D I_{DS}$$

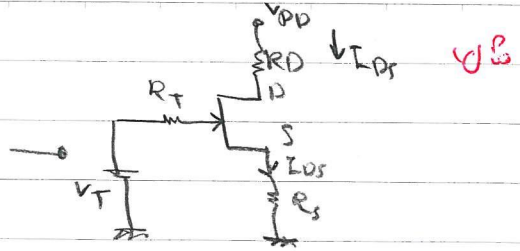
$$V_S = R_S I_{DS}$$

$$V_{DS} = V_{DD} - R_D I_{DS} - R_S I_{DS}$$



$$R_T = R_1 \parallel R_2$$

$$V_T = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{DD}$$



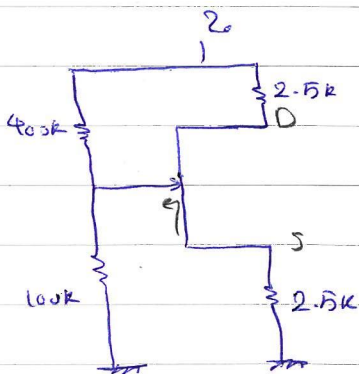
$$\begin{cases} V_G = V_T \\ V_S = R_S I_{DS} \\ V_{GS} = V_T - R_S I_{DS} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_D = V_{DD} - R_D I_{DS} \\ V_S = R_S I_{DS} \\ V_{DS} = V_{DD} - R_D I_{DS} - R_S I_{DS} \end{cases}$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_T - R_S I_{DS}}{V_P} \right)^2$$

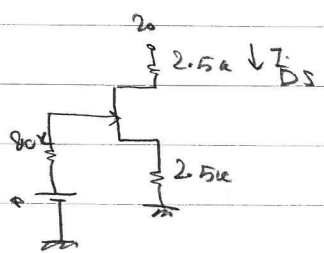
جوابی؟ $\rightarrow V_{DS} > V_{GS} - V_P$



نویسندگی: $I_{DSS} = 8\text{mA}$ و $V_P = -2\text{V}$ (نویسندگی JFET) و $V_{GS} = -1\text{V}$ (نویسندگی)

$$R_T = 400 \parallel 100 = 80\text{k}$$

$$V_T = \frac{100}{500} \times 20 = 4\text{V}$$



$$V_G = 4$$

$$V_S = 2.5 \text{ k} I_{DS}$$

$$V_{GS} = 4 - 2.5 \text{ k} I_{DS}$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$I_{DS} = 8\text{mA} \left(1 - \frac{4 - 2.5 \text{ k} I_{DS}}{-2} \right)^2 \rightarrow I_{DS} = 2\text{mA}$$

جوابی؟ $V_{GS} = -1 \text{ V} \rightarrow I_{DS} = 2\text{mA} \rightarrow V_P \leq V_{GS} \leq -V_P$

$\times V_{GS} = -3.2 \text{ V} \rightarrow I_{DS} = 2.8\text{mA}$

$$I_{DS} = 2\text{mA}$$

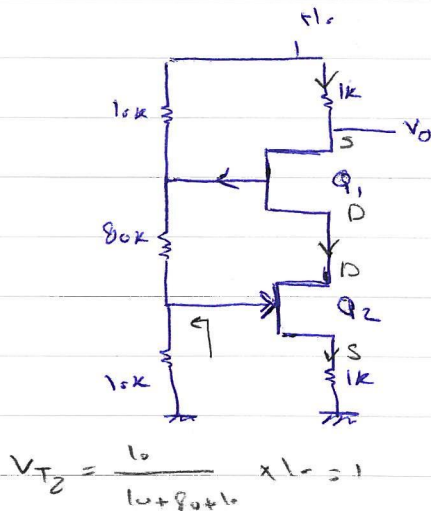
$$V_D = 20 - 2.5k \times I_{DS} = 15$$

$$\rightarrow V_{DS} = 10$$

$$V_S = 2.5k \times 2 = 5$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_P \rightarrow 10 > 1 - (-2) \checkmark$$

موس در ناحیه اشباع قرار دارد

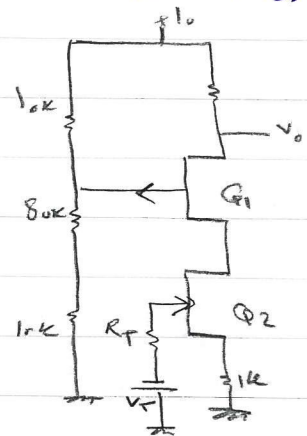


I_{DS}

$$I_{DS2} = I_{SD1}$$

$$I_{D2} = I_{D1} \rightarrow$$

$$I_{DSS} = 8m, |V_P| = 2$$



$$V_{T2} = \frac{10}{10+80+10} \times 10 = 1$$

$$V_{G2} = V_{T2} = 1$$

$$V_{S2} = 1k \times I_{DS}$$

$$\rightarrow I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

$$I_{DS} = 8m \left(1 - \frac{1k \times I_{DS}}{-2} \right)^2$$

$$I_{DS} = 2m \rightarrow V_{GS} = 1$$

$$I_{DS} = 4.5m \rightarrow V_{GS} = 3$$

در این مدار، چون $V_{GS} < V_P$ ، MOSFET در ناحیه اشباع قرار دارد.

$$V_O = 10 - 1k \times 2.5m = 8V$$

$$-2 < V_P \leq V_{GS} \leq 0$$

$$p \text{ نوع: } V_{DS} < V_{GS} - V_P$$

$$n \text{ نوع: } V_{DS} > V_{GS} - V_P$$

$$I_{SD1} = I_{DS2} = 2m$$

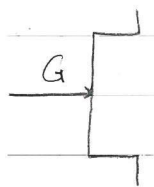
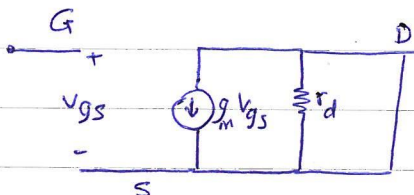
$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

در ماس FET و MOSFET، به دلیل اینکه در این مدار، $V_{GS} < V_P$ ، MOSFET در ناحیه اشباع قرار دارد.

قدر مطلق اندازه V_{GS} آن نویز با هم برابر است. لازم ذکر است که اثر هر دو FET، یعنی n یا p نوعی است.
 با توجه به علامت ولت V_{GS} آن نویز با هم برابر است. اگر n یا p نوعی باشد، V_{GS} با علامت
 منفی یا مثبت اختلاف دارند.

مدل ac FET

$$h_{ie} = \frac{V_T P}{I_C}$$

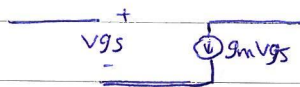


$v_{gs} \rightarrow D \rightarrow S$
 $P \rightarrow S \rightarrow D$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial v_{gs}} = \frac{-2 I_{DSS}}{V_P} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right) = -\frac{2 I_{DSS}}{V_P} \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$

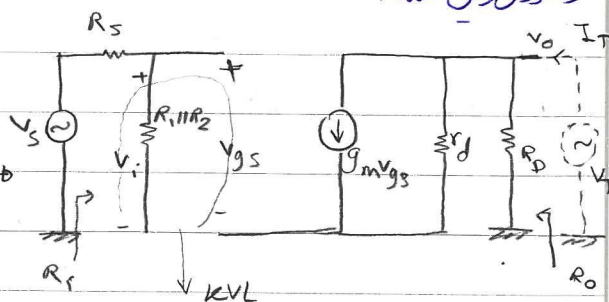
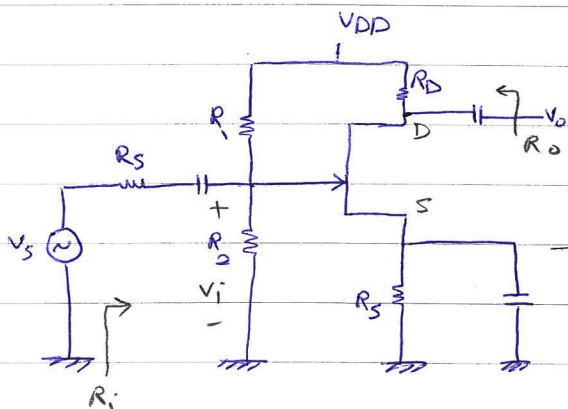
$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$$

$$\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right) = \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$



تفاوت ولت نویز نویز

نویز نویز نویز



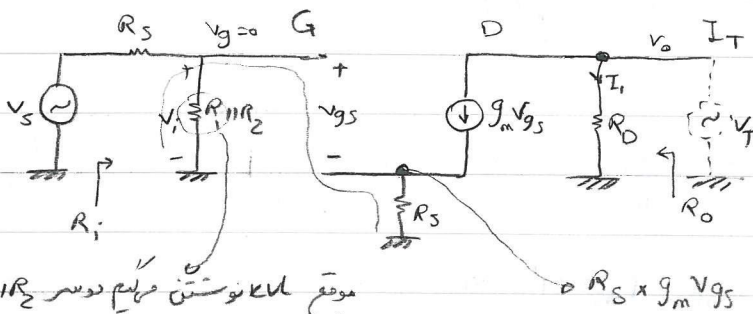
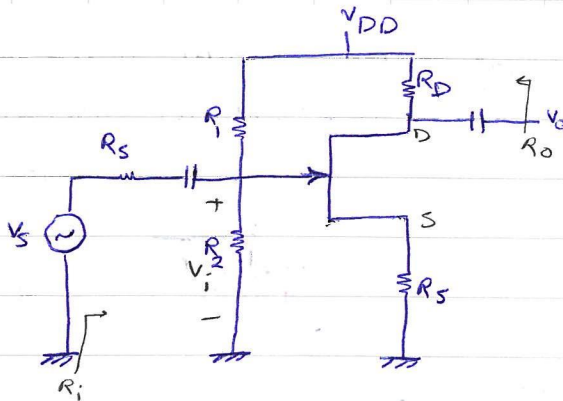
بالا بردن V_i به V_{GS}
 $V_i = V_{GS}$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-(R_D || r_d) g_m V_{GS}}{V_{GS}} = -(R_D || r_d) g_m$$

$$R_i = R_1 || R_2, R_o = R_T = \frac{V_T}{I_T} = R_D || r_d$$

$$V_{GS} = 0 \rightarrow g_m V_{GS} = 0$$

سویس زمین نباشد



در خروجی (ولت) زمین نباشد

موقع KVL نوشتن فراموش نکنیم \$V_i\$ و \$R_1 || R_2\$

هست دعو \$V_i\$ دو هم نویسیم

$$KVL = V_{gs} + R_S g_m V_{gs} \quad \text{نیت } (R_1 || R_2) I \quad \text{موقع}$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-R_D g_m V_{gs}}{V_{gs} + R_S g_m V_{gs}} = \frac{-R_D g_m}{1 + R_S g_m}$$

$$R_i = R_1 || R_2$$

$$R_o = \frac{V_T}{I_T}$$

$$KCL: I_T = g_m V_{gs} + \frac{V_T}{R_D}$$

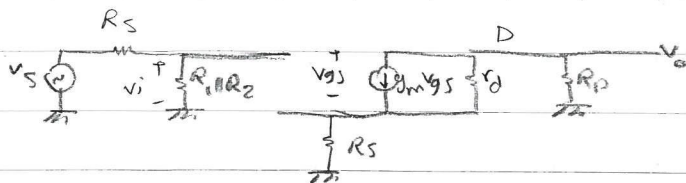
$$V_{gs} = V_g - V_s = 0 - V_s$$

$$V_s = R_S g_m V_{gs} \rightarrow V_s = R_S g_m (-V_s) \rightarrow V_s + R_S g_m V_s = 0$$

$$V_s (1 + R_S g_m) = 0 \rightarrow V_s = 0 \rightarrow V_{gs} = 0$$

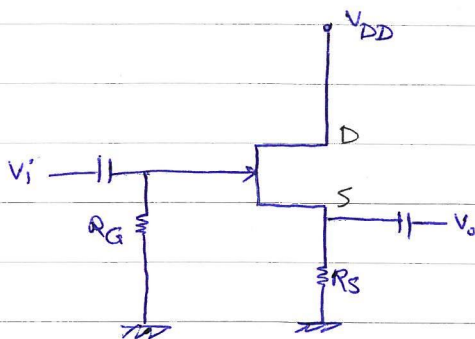
$$g_m \neq R_S \rightarrow I_T = \frac{V_T}{R_D} \rightarrow \frac{V_T}{I_T} = R_D$$

$$R_o = R_D$$

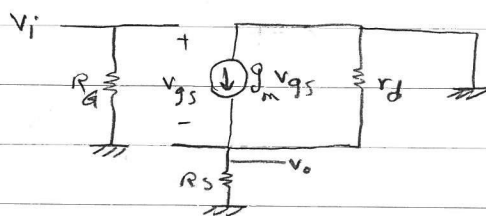


در صورتی که \$r_d\$ هم با منبع حساب کنیم (مقرن)
 اگر تعویض سوال از \$r_d\$ صحبت کنیم یعنی
 \$r_d\$ بویای یک کلمه

$$\Rightarrow A_V = \frac{R_D g_m r_d}{R_S (1 + r_d g_m) + R_D + r_d}$$



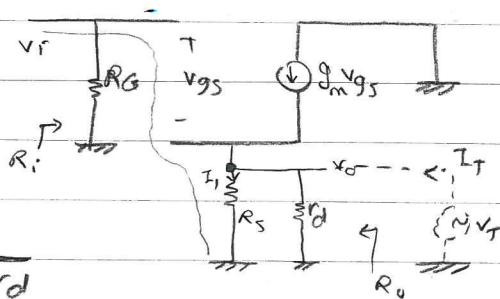
تعویض اینکه درین مسرت =



$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = \frac{(R_S || r_d) g_m v_{gs}}{v_{gs} + (R_S || r_d) g_m v_{gs}} = \frac{(R_S || r_d) g_m}{1 + (R_S || r_d) g_m}$$

$$R_{po} = R_G$$

$$R_T = R_S || r_d || \frac{1}{g_m}$$



$$Kd : I_T + g_m v_{gs} = \frac{V_T}{R_S || r_d}$$

$$v_{gs} = v_g - v_s = -v_s$$

$$v_s = V_T$$

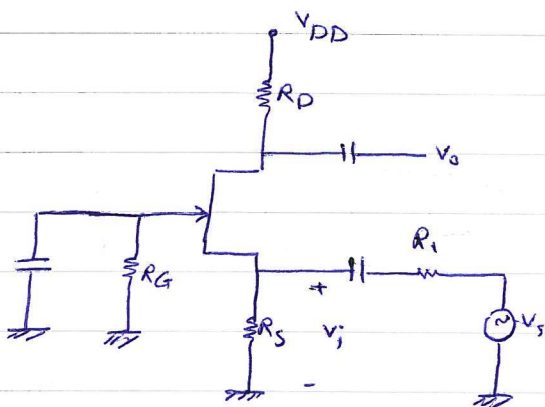
$$-v_s = -V_T$$

$$I_T = g_m (-V_T) = \frac{V_T}{R_S || r_d}$$

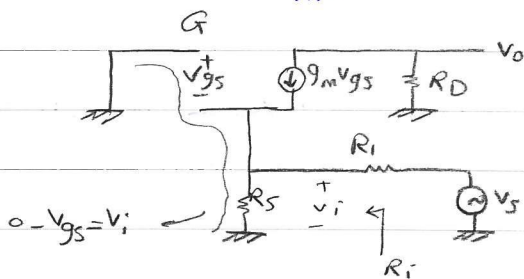
$$R_O = \frac{V_T}{I_T} = \frac{1}{g_m + \frac{1}{R_S || r_d}} = \frac{R_S || r_d}{g_m (R_S || r_d) + 1} = R_S || r_d || \frac{1}{g_m}$$

• شَوْبِ لَنْزَه لَدِ مَسْرَب =

خازن تر عه اقبال کوٹہ سید، سپی و نرسنگ



۸. معرکہ دیوبند ۷۹۵ ۷۹۶ء میں ہو گیا۔

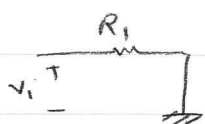


$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{0 - R_D g_m V_{gs}}{-V_{gs}} = R_D g_m$$

$$V_g = 0, \quad V_s = (R_1 \parallel R_S) g_m V_{gs} \rightarrow V_s \rightarrow V_s = 0$$

$$V_S + (R_1 || R_2) g_m V_S = 0$$

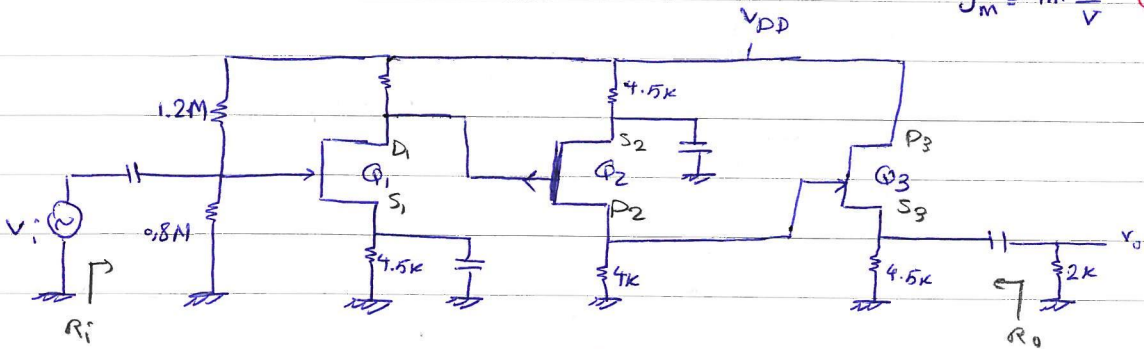
$$R_o = R_D$$



و در این روش ما داریم از این حروف و صواب می‌کنیم

$$(R_p = R_S \parallel \frac{L}{g_m} \leftarrow R_T = \frac{V_T}{I_T} \text{ من } \omega_{\text{و}} R_i \text{ عند } \omega_{\text{و}})$$

مثال $g_m = 4 \text{ m} \frac{A}{V}$



(g_m بوطم نیارین = g_m بوطم dc سولولین. g_m بوطم dc حل میگیریم.)

$$\begin{cases} I_{DSS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2 \\ g_m = \left| \frac{\partial I_{DSS}}{\partial V_{GS}} \right| \end{cases}$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{V_{G3}} \times \frac{V_{G3} = V_{D2}}{V_{G2} = V_{D1}} \times \frac{V_{G2} = V_{D1}}{V_i}$$

Q3 (طراحی میگیریم)

Q2 (بوتیم میگیریم)

Q1 (بوتیم میگیریم)

سین پلاریس میگیریم $\rightarrow \frac{(R_S || r_d) g_m}{1 + (R_S || r_d) g_m}$

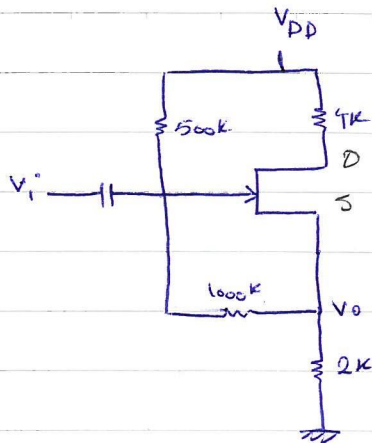
سین پلاریس میگیریم $\rightarrow - (R_D || r_d) g_m$

صورتی که مدار ac RET طایفه میگیریم R سی فصل غایت اولیگان
 سین طایفه میگیریم ac RET طایفه میگیریم R سی فصل غایت اولیگان

$$A_V = \frac{(4.5 || 2) g_{m3}}{1 + (4.5 || 2) g_{m3}} \times - (4K \times g_{m2}) \times - (4K \times g_{m1}) = 179$$

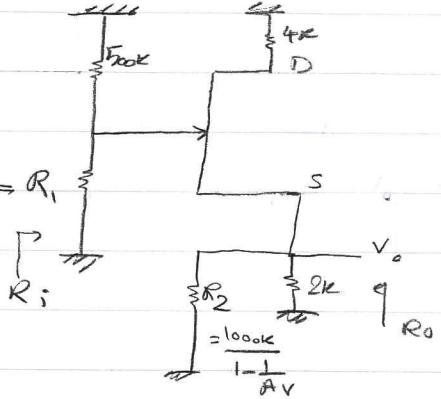
$$R_i = 1.2M || 0.8M$$

$$R_o = 4.5K || \frac{1}{g_{m3}} \quad \left(\text{مقاومت خروجی میگیریم} \frac{1}{g_{m3}} \text{ میگیریم} \right)$$



$$k = \frac{V_o}{V_i} = A_v$$

$$\frac{1000k}{1 - A_v} = R_1$$



$$g_m = 2m$$

نیز

$$\frac{V_2}{V_1} = k$$



$$Z_1 = \frac{Z}{1-k}$$

$$Z_2 = \frac{Z}{1 - \frac{1}{k}}$$

$$A_v = \frac{R_s g_m}{1 + R_s g_m} = \frac{(2k \parallel R_2) g_m}{1 + (2k \parallel R_2) g_m} = 0.8$$

$$A_v \approx 1 \rightarrow R_2 \approx \infty$$

$$R_1 = 500k \parallel R_1 \approx 200k, R_o = 2k \parallel R_2 \parallel \frac{1000k}{1 - A_v} \approx 1.8$$

« مثال ۵ »

۱۰ میا → ۰ ۱ ۲ ... ۹

۲ میا → ۰ ۱

۵ میا → ۰ ۱ ... ۴

۱۶ میا → ۰ ۱ ۲ ... ۷

۱۷ میا → ۰ ۱ ... ۹, A, B, C, D, E, F

۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵

مثال

(مثال میاها مختلف به میا می ۱۰)

$$(7339, 12)_{10} = (7 \times 10^3) + (3 \times 10^2) + (3 \times 10^1) + (9 \times 10^0) + (1 \times 10^{-1}) + (2 \times 10^{-2})$$

$$(4021)_5 = (4 \times 5^3) + (0 \times 5^2) + (2 \times 5^1) + (1 \times 5^0) = (511)_{10}$$

$$(11010, 11)_2 = (1 \times 2^4) + (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-2}) = (26,75)_{10}$$

$$(B65F)_{16} = (11 \times 16^3) + (6 \times 16^2) + (5 \times 16^1) + (15 \times 16^0) = (46687)_{10}$$

$$(41)_{10} \rightarrow (101001)_2$$

$$\begin{array}{r} 41 \div 2 = 20 \text{ باقی } 1 \\ 20 \div 2 = 10 \text{ باقی } 0 \\ 10 \div 2 = 5 \text{ باقی } 0 \\ 5 \div 2 = 2 \text{ باقی } 1 \\ 2 \div 2 = 1 \text{ باقی } 0 \\ 1 \div 2 = 0 \text{ باقی } 1 \end{array}$$

مثال ۸: میا ۲ به میا ۸ با اول میا به میا ۸ به میا ۸

$$(1101000111)_{2} = (261,53)_{8}$$

هر ۳ میا به میا ۷ و هر ۴ میا به میا ۸

مثال ۹: میا ۸ به میا ۱۶

$$(101100011011)_2 = (2C6B)_{16}$$

$$\begin{array}{r} 1011110 \\ + 10001101 \\ \hline 101001011 \end{array}$$

$3 = 11 \xrightarrow{2^1} 2^2$
 $2 = 10 \xrightarrow{2^1} 2^2$

$$\begin{array}{r} 11100101 \\ - 00101110 \\ \hline 10110111 \end{array}$$

مکمل ۲ ی کی عدد =

عدد بیت ها $\rightarrow$ مکمل ۲ عدد $\rightarrow$ ریشه اصلی $r^n - N$

$\leftarrow$ عدد صغیر

$$\begin{array}{r} 1/ \quad 10000 \rightarrow 2^4 \\ - 0111 \\ \hline 1001 \end{array}$$

$2^4 - (0111)$

$$\begin{array}{r} 4/ \quad 11011100 \\ + (00100011) \\ \hline 00100100 \end{array}$$

مکمل عدد

یک مکمل ۱ در صواب بن بد با ۱ جمع کن

$$\begin{array}{r} 4/ \quad 11011100 \rightarrow 00100100 \\ 0110111 \rightarrow 10010010 \end{array}$$

بیت را استخراج کنیم، صغیر و کاردی نایم
و این ۱ رو هم لحاظ نایم بقیه رو محاسبه کنیم

$$\begin{array}{l} Y = 1000011 \rightarrow 6F \\ X = 1010100 \rightarrow 84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} X \\ - Y \\ \hline \end{array}$$

$\downarrow$

$$\begin{array}{r} 1010100 \\ - 1000011 \\ \hline 0010010 \end{array}$$

عدم تقارن از صغیر

$$0010010 = (17)$$

$$\begin{array}{r} Y \\ -X \\ \hline + \end{array}$$

1000011

0101100

رقم ثنائي

1101111

1000011

(1000011)

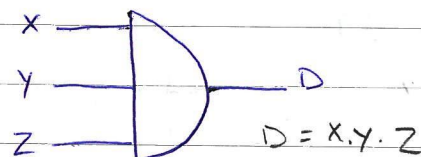
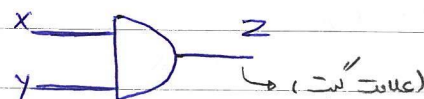
منطق ثنائي =

منطق ثنائي شامل متغيرين در درجه اول و عملیات منطقی است. متغیرها توسط 0 و 1 نمایش داده می‌شوند. اعداد 0، 1، 2 و 3 مستحق نامبردند که هر متغیر فقط دو مقدار ممکن دارد و نیز سه نوع عملیات منطقی اصلی AND، OR و NOT وجود دارد.

AND

$$Z = X \cdot Y = (XY)$$

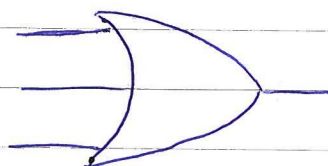
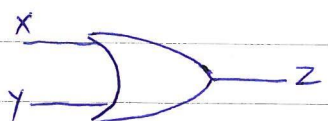
X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



OR

$$Z = X + Y$$

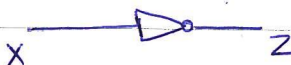
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



NOT

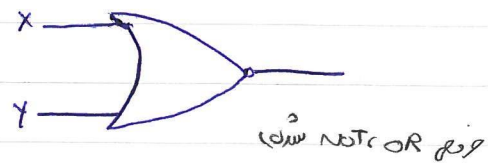
$$Z = X'$$

X	Z
0	1
1	0



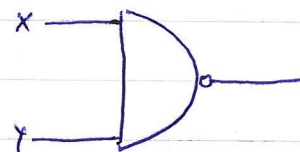
④ NOR

	X	Y	Z
$(X+Y)'$	0	0	1
=	0	1	0
	1	0	0
$X \downarrow Y$	1	1	0



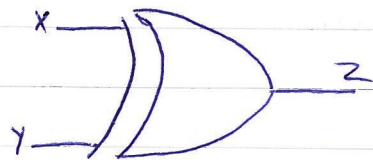
④ NAND

	X	Y	Z
$(X.Y)'$	0	0	1
=	0	1	1
	1	0	1
$X \uparrow Y$	1	1	0



④ XOR

	X	Y	Z
$X \oplus Y$	0	0	0
	0	1	1
	1	0	1
	1	1	0

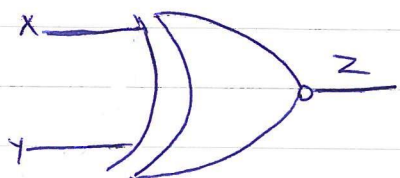


$$Z = XY' + X'Y$$

(X و Y هڪٻئي جي برابر نه هجڻ تي 1 ٿيندو)

④ XNOR

	X	Y	Z
$Z = X \ominus Y$	0	0	1
	0	1	0
	1	0	0
	1	1	1



$$Z = XY + X'Y'$$

۵- مربعی ها اصلی و خواص جبر بول (جبر دوتایی) =

$$\begin{array}{llll}
 X+0=X & X.1=X & X+y=y+X & Xy=yX \\
 X+X'=1 & X.X'=0 & X+(y+z)=(X+y)+z & X(yz)=(Xy)z \\
 X+X=X & X.X=X & X(y+z)=Xy+Xz & X+yZ=(X+y)(X+Z) \\
 X+1=1 & X.0=0 & (X+y)'=X'y' & (Xy)'=X'+y' \\
 & & X+Xy=X & X(X+y)=X
 \end{array}$$

اثبات - توزیع پذیری

$$X(y+z) = Xy + Xz$$

X	y	Z	y+z	X(y+z)	Xy	Xz	Xy+Xz
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1

روش دیگر اثبات =

$$X + Xy = X$$

$$(X+1) + Xy$$

$$X(y+1) \rightarrow \text{مربعی ها} \rightarrow X(1) = X$$

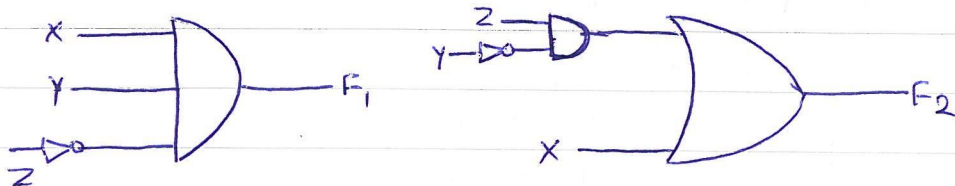
اثبات: $X(X+y)=X$ بنابر مربعی $(X+y)'=X'y'$ هم بنابر مربعی جدول (دوتایی)

موضوع: منطق بول

در تابع بول عبارت جبری است که از متغیرهای دودویی، عملگرهای NOT، AND، OR و همچنین براکت و علامت مساوی تشکیل می شود.

$$\begin{cases} F_1 = XYZ \\ F_2 = X + YZ \\ F_3 = X'Y'Z + X'YZ + XY' \\ F_4 = XY' + X'Z \end{cases}$$

X	Y	Z	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0	0



فرم کانونی (استاندارد) مینترم =

X	Y	مینترم
0	0	$X'Y'$ m_0
0	1	$X'Y$ m_1
1	0	XY' m_2
1	1	XY m_3

تعریف مینترم: هر متغیر دودویی معکون است به وسیله

نم معکوس X یا مکمل آن یعنی X' ظاهر شود. حال فرض

کنیم دو متغیر دودویی X و Y به وسیله عملگر AND با یکدیگر

ترکیب شوند، چون هر متغیر معکون است دو مقدار داشته باشد پس

در این حالت چهار ترکیب یا چهار جمله برای عملگر AND وجود دارد که به ترتیب از این چهار جمله یک مینترم نوشته می شود. به عنوان مثال اگر مینترم از اجزای عملگر AND هر دو متغیر

X	Y	Z	منطقه	
0	0	0	$x'y'z'$	m_0
0	0	1	$x'y'z$	m_1
0	1	0	$x'yz'$	m_2
0	1	1	$x'yz$	m_3
1	0	0	$xy'z'$	m_4
1	0	1	$xy'z$	m_5
1	1	0	$x y z'$	m_6
1	1	1	$x y z$	m_7

بدست می آید. بجز برای اکثریت عدد
دوویس جمع می باشد، متغیر بقدر آن داریم
در هر صورت! بوی و بدون رسم نشان
داده می شود.

داده	متغیر	نشان		
X	Y	Z	F_1	F_2
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

$$F_1 = x'y'z + xy'z' + xyz$$

$$F_2 = x'yz + xy'z + \underline{xyz} + xyz$$

$$xy(z' + z) = xy$$

هر عدد با همگوشی! می باشد.

نمودار سازی منابع بول =

حاصل کارنو

X \ Y	0	1
0	$x'y'$	$x'y$
1	xy'	xy

m_0	m_1
m_2	m_3

(جدول کارنو و متغیر)

		y			
		00	01	11	10
x	0	$x'y'z'$	$x'y'z$	$x'yz$	$x'yz'$
	1	$xy'z'$	$xy'z$	xyz	xyz'

		y			
		00	01	11	10
x	0	m_0	m_1	m_3	m_2
	1	m_4	m_5	m_7	m_6

جدول کانو (مستقیم)

$$f(x, y, z) = x'y'z' + x'y'z + xy'z' + xy'z$$

مسئله

		y			
		00	01	11	10
x	0			1	1
	1	1	1		

$$f(x, y, z) = yx' + xy'$$

$\downarrow$
 حاصل $x=1$ و $y=0$ و $x=0$ و $y=1$

نموده ها مجاور پیدا می کنیم. اول دنبال 1 های مجاور به عمودی یا به افقی می گردیم. (توجه به این داریم)

$$f(x, y, z) = m_3 + m_4 + m_6 + m_7$$

مسئله

		y			
		00	01	11	10
x	0			1	
	1	1		1	1

$$f = yz + xz'$$

این جدول 2 دسته می شود

$$f(x, y, z) = m_0 + m_2 + m_4 + m_6$$

مسئله

		y			
		00	01	11	10
x	0	1			1
	1	1			1

$$f = z'$$

(توجه به این داریم)

1			1
1	1		1

تعیین

	1	1	1
	1	1	

		y			
		yz			
wx	00	00	01	11	10
	00	$w'x'y'z'$ m0	$w'x'y'z$ m1	$w'x'yz$ m3	$w'x'yz'$ m2
	01	$w'xy'z'$ m4	$w'xyz$ m5	$w'xyz$ m7	$w'xyz'$ m6
	11	$wxy'z'$ m12	$wxy'z$ m13	$wxyz$ m15	$wxyz'$ m14
	10	$wx'y'z'$ m8	$wx'y'z$ m9	$wx'yz$ m11	$wx'yz'$ m10
		z			
		x			

(جدول کاردان)

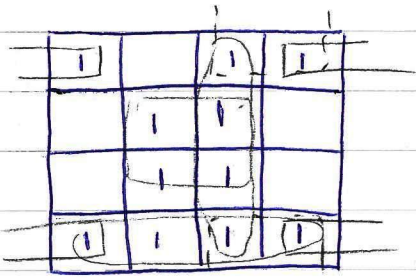
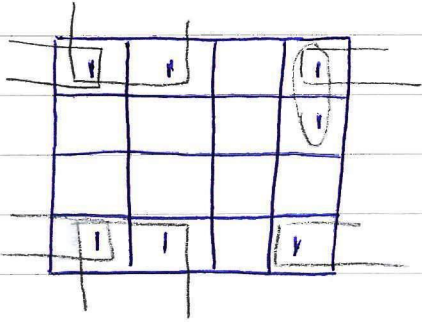
$$F(w, x, y, z) = \sum (0, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14)$$

(مثال)

		y			
		yz			
wx	00	00	01	11	10
	00	1	1		1
	01	1	1		1
	11	1	1		1
	10	1	1		
		z			
		x			

$$F = y' + xz' + z'w'$$

توین =



میتا جواب طرح