

Subject:

Date:

الکترونیک ۱ :

نیم هادی ها

سیم، نیم هادی، بایکریوت، آلترن اطراف خود را دارد

های خالی آلترن

دیار + قبول می دهد

تبدیل به هادی

نیم هادی نوع n : اتم B دارای ۳ آلترن - کمتری که در یک صفحه است

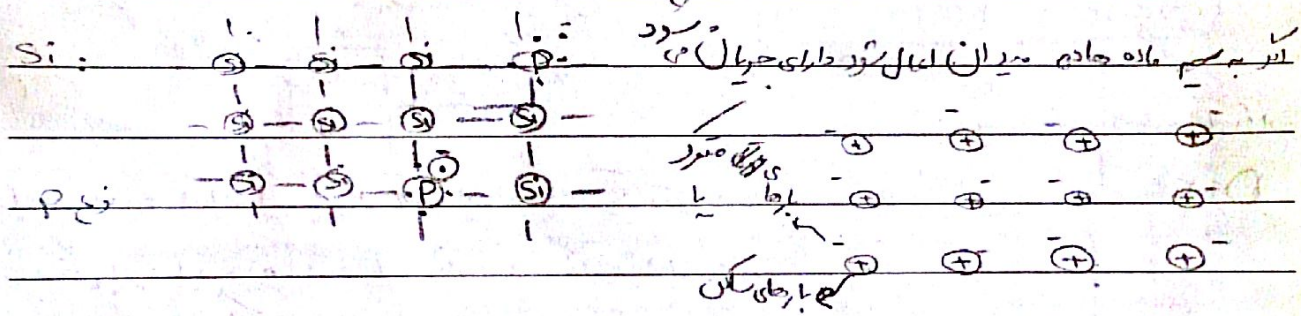
نیم هادی نوع p : یک منفرد P که در یک صفحه است پیوند کامل می دهد

چون تعداد پیوندها از ۴ کمتر است یک آلترن کم دارد و دیار P دارای پیوند کامل می دهد

نوع P با باران بار + است

بسیار آید

دات



فردی آلترن ها در جهت میدان و پیوندها در خلاف جهت میدان حرکت می کند

تعداد P ها یا B ها افزودن شده در ساختار Si از قانون خاصی پیروی نمی کند و فقط با تست

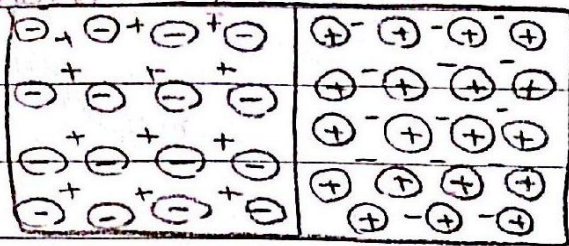
م هادی چون یونیزه شوند کم H
 نه هادی چون یونیزه شوند

۲

Subject:

Date:

هادی هادی شریک قابل کنترل اند.



P

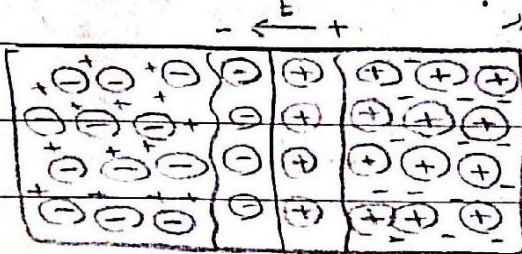
n

زمانی که P و n در کنار هم قرار می گیرند:

طبق خاصیت نفوذ ناپذیری از ترانک کمترین است

حرکت بارها در حرکت اند

وقتی P و n به هم نزدیک شوند نیروی جاذبه از سطح هادی هادی می شود



P

n

وقتی بارها را در وجود است حتماً بار در ناحیه نقاط وجود می شود

است و از این نیروی جاذبه بارها را می کشد

که از حرکت بارها در حتماً بارها می توان جریان را به وجود آورد

اگر در یک جهت جریان تغییر می دهد

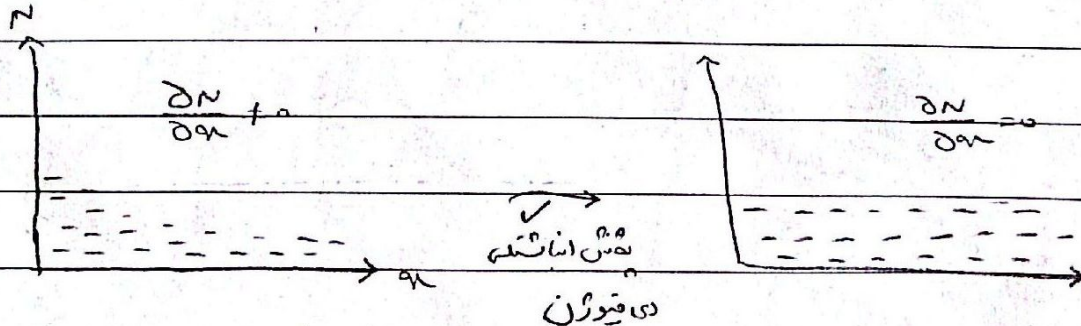
(نامی دیگر) خاصیت خاص از هم بارها را

بار آزاد = انباشته بار = باعث ایجاد خاصیت نفوذ می شود (دیفران)

انباشته بار باید بهش شود تا هر بار به یک اندازه اجازه عبور داشته باشد

در سطح

این روند تا زمانی ادامه دارد که میدان از n به P ایجاد شود.



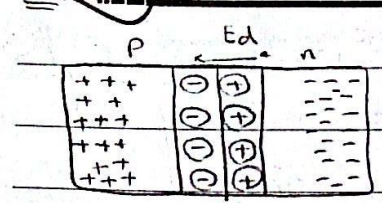
نشان انباشته
 دیفران

زمانی که E به وجود می آید حتماً می شود که حفره ها شوند به سمت دیگر و بارهای منفی به سمت دیگر

طرح

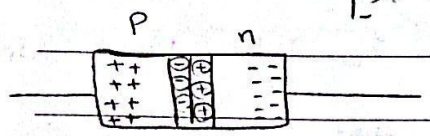
حرکت است

Subject:

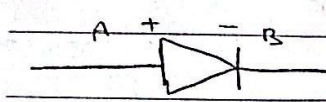


در حالت تعادل و بی‌طرفی، میدان قوی تر است و جریان خنثی است.
یعنی تعداد کس از اکثریت و اقلیت همواره برابر است و در حرکت کسند.
در واقع سد پتانسیل قوی تری داریم.

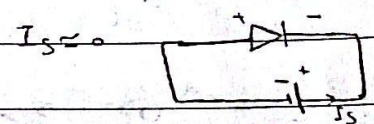
تشریح رطول بجهت P و N در کنار هم با فارم انفری عمل دیود داریم



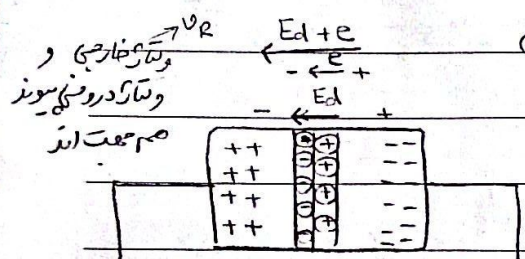
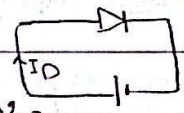
بلایس کردن ولتاژ طان بهمدی برای رطوع طار



1 Reverse Bias (منکوس و عمل کردن)



2 Forward Bias (مستقیم و عمل کردن)

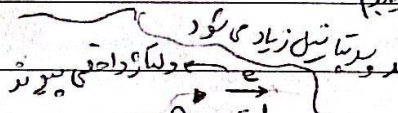


3 (مستقیم و عمل کردن)

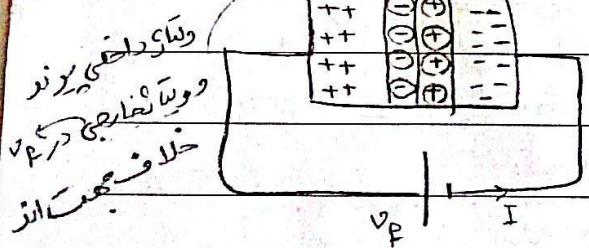
$$V_T = V_0 + V_R$$

1 در

میدانی سیر عمل می‌شود و برآیند میدان میدان بی‌طرفی ایجاد خواهد کرد و وقتی میدان بی‌طرفی باشد (یعنی سد پتانسیل قوی تر است) جریان به مفرز نسک خواهد بود (عرض نامع کس افزایش می‌یابد)



جفت ولتاژ جنب به ولتاژ است میدان را در نامع کس افزایش می‌دهد و ولتاژ داخلی پیروز
در حالت بالاس مستقیم
 $V_T = V_0 + V_F$



17 برآیند میدان ها حامل میدانی کوچه تر خواهد بود

یعنی جریان داریم چون سد پتانسیل باصفیه شده است

(سر سبب به سبب و سر سبب به سبب عمل می‌شود)

در حالت مستقیم و وقتی ولتاژ خارجی عمل می‌شود باعث صغیف شدن

میدانی اکثریتی می‌شود و سد پتانسیل کاه می‌یابد و راه برای نفوذ حفره ها از P

به N و نفوذ اکثریتها از N به P هموار می‌شود

* با اعمال ولتاژ مستقیم پیروز P-N عرض نامع کس و ارتفاع سد پتانسیل کاه می‌یابد

* با اعمال ولتاژ منکوس پیروز P-N عرض نامع کس و ارتفاع سد پتانسیل افزایش می‌یابد

کاتود $N \rightarrow +V_D \leftarrow P$



خاصیت کسوفاری
جریان دارد

Date:

Subject:

جریان اشباع معکوس

جریان یک دیود به دیوار بسته است.

$$I_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right)$$

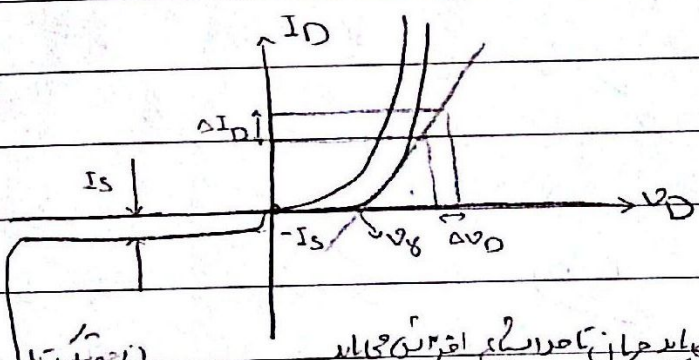
مادامه مستقیم / دیود سیرتزی
رابطه بین جریان ولتاژ برای یک دیود

$$V_T = \frac{kT}{q} = 25 \text{ mV}$$

✓ $I_D = I_s \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \xrightarrow{V_D \gg 0} I_D = I_s (e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1) \approx I_D = 0$

$\xrightarrow{V_D < 0} I_D = I_s \left(e^{\frac{-1.2}{25 \text{ mV}}} - 1 \right) \approx -I_s$

$\xrightarrow{V_D \gg 0} I_D = I_s \left(e^{\frac{1}{25 \text{ mV}}} - 1 \right) = e^{40} I_s = I_s e^{\frac{V_D}{V_T}}$



?

جریان اشباع معکوس کم و ولتاژ افزایش میابد جریان اشباعی افزایش میابد

Reverse Bias : $V_D < 0 \Rightarrow I_D \approx 0 = -I_s$
مثل مدار باز عمل می کند و قهقش جریان معکوس است

Forward Bias : $I_D > 0 \Rightarrow V_D \approx 0 \approx V_0$
برای مقایسه تقریب در حد $R = 0$

تقریب آل بار که مثل انتقال الکترون عمل می کند
نیاز نیست منبع ولتاژ عمل می کند

برای مقایسه تقریب در حد $R = 0$

Subject:

Date:

نسبت ولتاژ دیود به جریان
نقطه مورد نظر
انواع مقاومت های دیود:
چون مقدار غیر خطی است یعنی
مقاومت داریم

1- مقاومت های ایستایی یا دینامیکی، در نقطه کاری مشخص ولتاژ است
2- مقاومت های دینامیکی: تغییرات V_D به تغییرات I_D

$$R_S = \frac{V_D}{I_D}$$

$$r_d = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D} = \frac{dV_D}{dI_D} = \left(\frac{dI_D}{dV_D} \right)^{-1}$$

مقاومت دینامیکی یا افت ولتاژ معادل به نقطه دیود

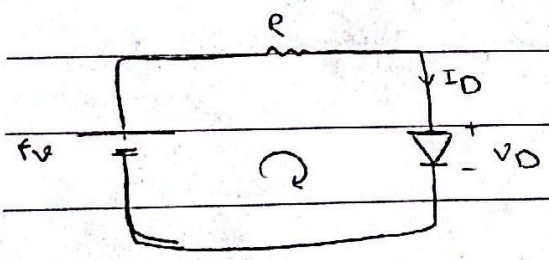
$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \approx I_S e^{\frac{V_D}{V_T}} - I_S$$

$$\frac{dI_D}{dV_D} = I_S \frac{1}{V_T} e^{\frac{V_D}{V_T}} = \frac{1}{V_T} (I_D + I_S)$$

$$r_d = \frac{V_T}{I_D + I_S} \Rightarrow \boxed{r_d \approx \frac{V_T}{I_D}} \rightarrow \text{Forward Bias}$$

مثال: ولتاژ و جریان دیود منی زیر برابر 0.7V و 10mA است. مقدار R چه قدر باشد تا درین ولتاژ

و جریان مدار کار کند. مقاومت دینامیکی و ایستایی چه قدر است؟



$$KVL = -V_s + RI_D + V_D = 0$$

$$R = \frac{V_s - V_D}{I_D} = \frac{5V - 0.7V}{10mA} = 0.43K\Omega = 430\Omega$$

$$R_S = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0.7V}{10mA} = 0.07K\Omega = 70\Omega$$

$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{25mV}{10mA} = 2.5\Omega$$

فصل سوم به تجزیه و تحلیل مدارات دیودی :

۱. بسیر سازی

۲. پرش

دیود

مسلک و روشن مدل کردن دیود: دیود دارای ولتاژ آند کات است

اگر ولتاژ مثبت بر دو سر آن قرار گیرد آنرا ولتاژ کوچه قرار می دهیم از منفی

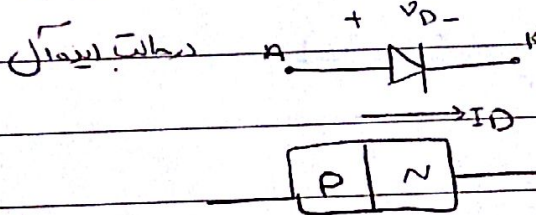
مقاومت زیاد حدود $10^6 \Omega$

مقاومت بسیار کم می کند

$$V_D < V_g \rightarrow$$

$$V_D < 0 \rightarrow$$

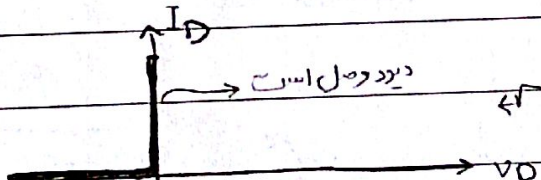
دیود مانند مدار باز عمل می کند $I_D = 0$



$I_D > 0 \rightarrow$ دیود مثل یک اتصال کوتاه عمل می کند $V_D = 0$

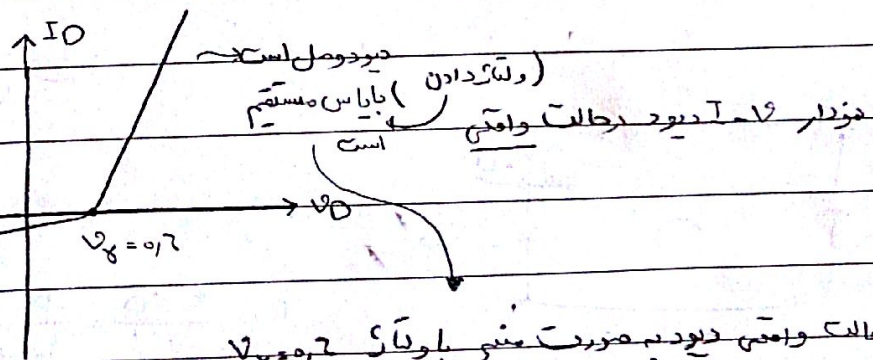
$V_D > V_g$ مقاومت کم می شود R_F

$$V_g = 0.7 \text{ V}$$

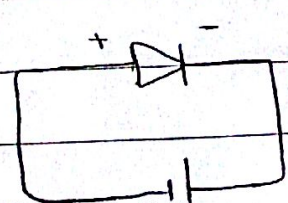


عند $V_D = 0.7 \text{ V}$ برای دیود اتصال می شود

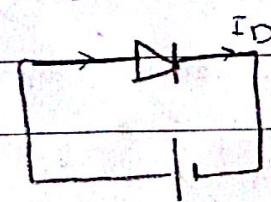
که دیود قطع است



در حالت واقعی دیود به صورت منبع با ولتاژ $V_g = 0.7 \text{ V}$ و یک مقاومت عمل می کند



reverse Bias



Forward Bias

حصاری (رسانا)

عالمی (نایب)

نمایندگی
سلسله
کتابخانه

در R_p و R_r و نشانده صرف تقریبی کنیم

AC در مدار وجود داشته باشد و دیود در منبع هم داشته باشیم
نکته ↓

در تحلیل DC از I بزرگ استفاده

میکنیم. I_D و I_R

پایان مستقیم (اتصال کوتاه) دیود حالت واقعی
دیود یک منبع ولتاژ + یک مقاومت بزرگ (در مدار) R_p
AC (در تحلیل) از i_d کوچک
یا سینوسی (یا هر فرکانس)

$V_D = 0.4 \text{ تا } 0.7$ Forward Bias

به وقت بازآمیز کوچک و همان بزرگ می شود

پایان معکوس (مدار باز) دیود در حالت ایده آل

دیود یک مقاومت کوچک (در مدار) R_r

reverse Bias

جمع تحلیل DC و AC

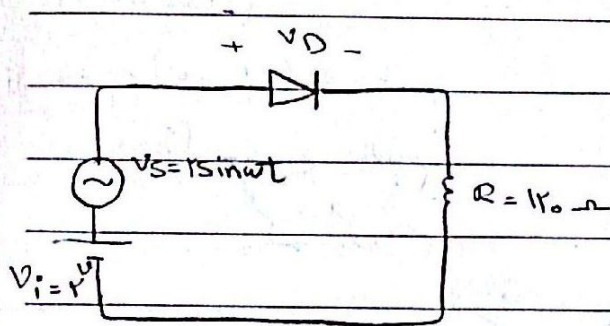
$$\frac{DC}{I_R} + \frac{AC}{i_r} = i_R$$

$$I_D + i_d = i_D$$

* I_d برای فاز در

Subject:

Date:



$$i_D = I_D + i_d$$

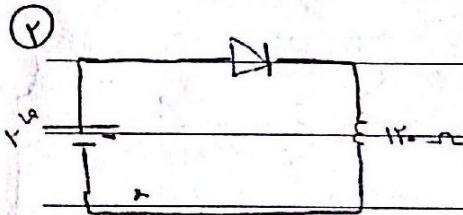
$$R_F = 1000 \Omega$$

$$R_r = 1 M\Omega$$

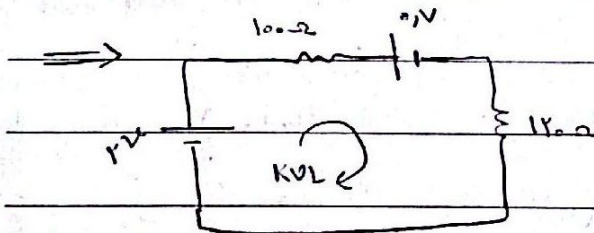
$$V_D = 0.7V$$

① تحلیل DC در دیود پیش از آنکه AC حذف می شود
و به جای دیود همون چیز واقع می داریم می گذاریم

② منبع AC حذف می شود و به جای آن ولتاژ معکوس



$$I_D + i_d = i_D$$



$$I_D = \frac{2 - 0.7}{120} = \frac{1.3}{120} = 0.01083 A = 10.83 mA$$

وقتی آند < کاتد < دیود رویش

وقتی آند > کاتد < دیود خاموش

به مقاومت R_F و R_r ربط نداره

تحلیل AC < منابع DC حذف می شود و دیود به مقاومت تبدیل می شود

$$r_d = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0.7}{10.83 mA} = 0.14 K = 140 \Omega$$

Subject: _____

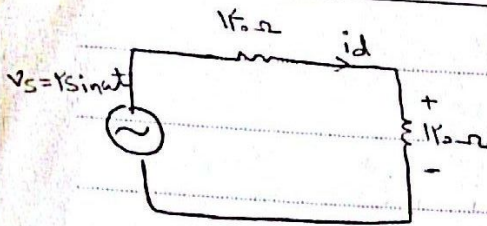
5/11

Year: _____

Month: _____

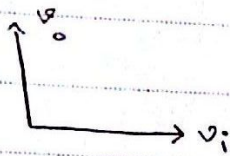
Date: _____

4

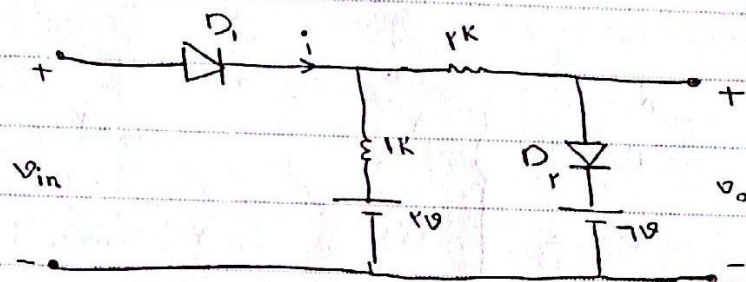


$$i_d = \frac{V \sin \omega t}{2k\Omega} = 0.005 V \sin \omega t = 5 \text{ mA} \sin \omega t$$

$$i_D = 5 \text{ mA} + 5 \text{ mA} \sin \omega t$$



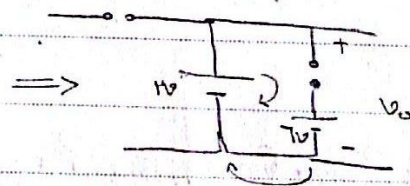
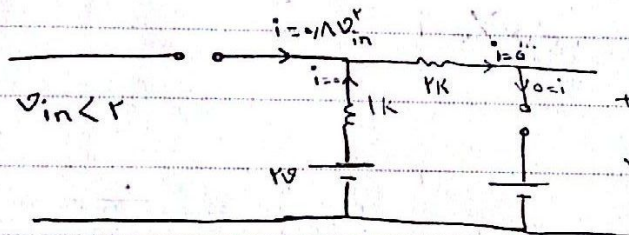
مقال: خردار v_o به v_i که میان مسخه انتقالی مدار می باشد را رسم کنید.
در مقادیر $v_{in} = 1V, 5V, 7V$ $i = 0.18 V_{in}^2$ با توجه به نمودار



1) هر دو دیود - حالت خاموشی در روی دارد
2) اگر 1 تا دیود در دستیم - حالت خاموشی در روی

حالت اول

ولتاژ کاتد $<$ ولتاژ آنود $\Rightarrow$ $D_1, D_2 = 0$ $v_{in} < 2$



وقتی دیود ها قطع
مدار باز - جریان صفر

با هم موازی پس $v_o = 2V$

1. 10V می زنیم

به 0.0 مقاومت 1k
افعال کوتاه

Subject:

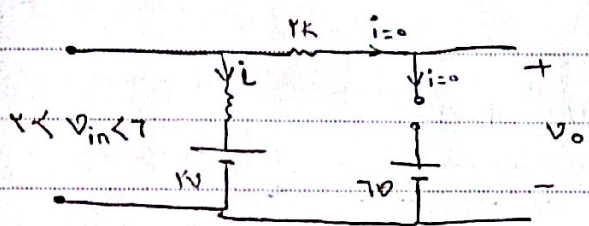
Year:

Month:

Date:

حالت دوم

$2 < V_{in} < 7 \rightarrow D_1 = ON, D_2 = OFF$



$$V_o = 1k \times i + 2 = 22V$$

$$i = 0.18 V_{in} = 0.18 \times 25 = 4.5$$

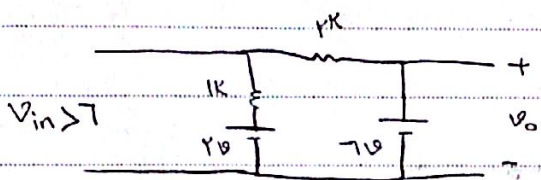
51

حالت سوم

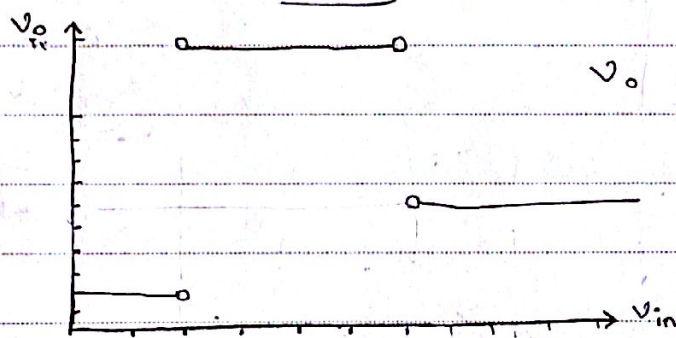
$V_{in} > 7$

این بار هر دو دیود اکتال می شود

$D_1 = D_2 = ON$



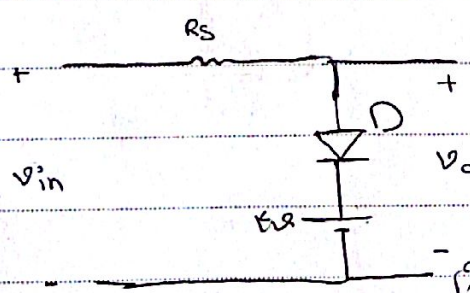
$V_o = 4.5$ با هم - و اثری اند



$$V_o = \begin{cases} 2V & V_{in} < 2 \\ 22V & 2 < V_{in} < 7 \\ 4.5V & V_{in} > 7 \end{cases}$$

مدار برپایه دهنده:

شکل این مدارها به صورت معادل می باشد، در زمان هایی که می خواهیم از یک مدار ولتاژ یا جری سیر در خروجی 20 ولت استیم باید از این مدارات استفاده می شود.



خروجی هم معادل می شود؟

اگر $V_{in} = 0$ دیود خاموش

$V_{in} = 4$ دیود خاموش است (اگر دیود اکتال باشد) در تقریبی

$V_{in} = 4.7$ (اگر دیود حالت واقعی باشد)

VΔHDΔT

2) اگر ولتاژ کاتدراکند با هم برابر باشد آیا دیود روشن است؟

Subject: _____

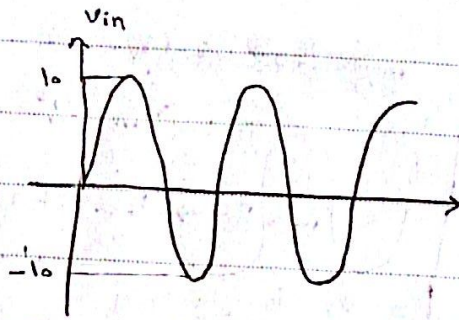
Year: _____

Month: _____

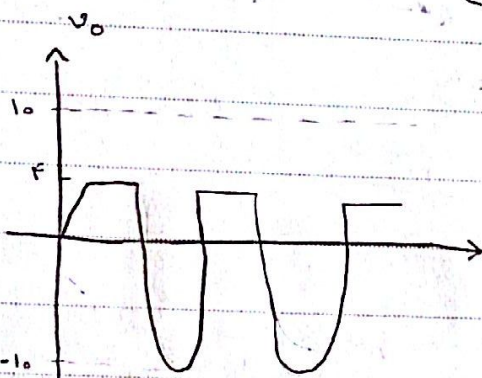
Date: _____

۱۱

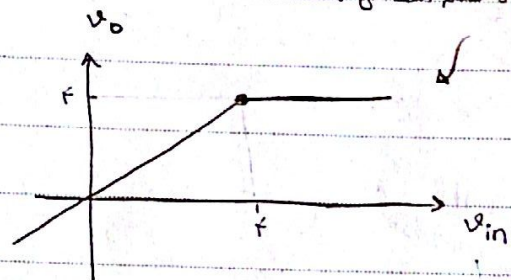
این $V_{in} = F$ برسد دیود روشن می شود و انتقال لولایه می شود تا ۱۵ ولت



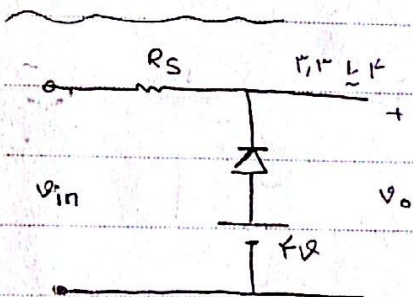
$$\begin{cases} \text{1} & V_{in} < F \rightarrow V_o = V_{in} \\ \text{2} & V_{in} \geq F \rightarrow V_o = F \end{cases}$$



رسم مشخصه انتقالی:

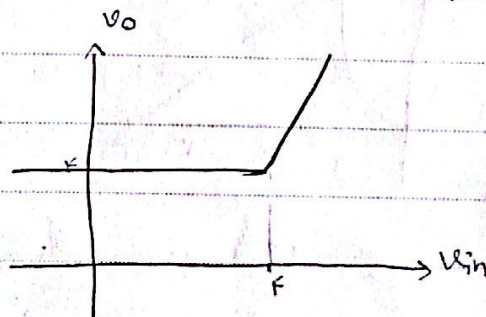


3



$$\begin{cases} V_{in} < F \rightarrow V_o = F \\ V_{in} \geq F \rightarrow V_o = V_{in} \end{cases}$$

وقتی جهت دیود تغییر کند



رسم نمودار مشخصه انتقالی:

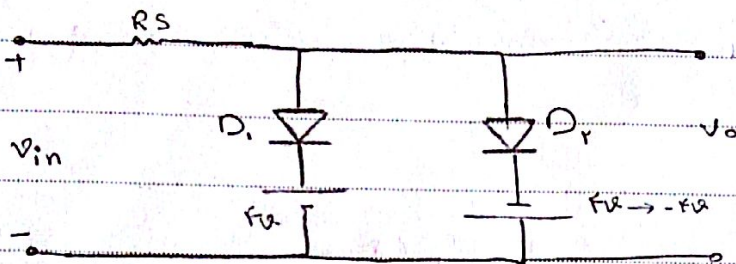
?

Subject :

Year :

Month :

Date :



$$V_{in} < -F \rightarrow D_1, D_2 = \text{off}$$

$$V_{in} = V_o$$

$$-F < V_{in} < F \rightarrow D_1 = \text{off} \text{ و } D_2 = \text{on}$$

$$V_o = -F$$

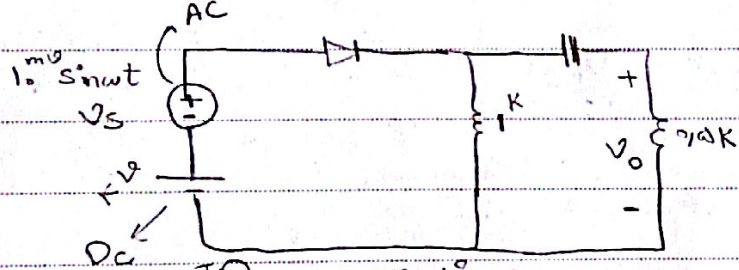
$$V_{in} > F \rightarrow D_1, D_2 = \text{on}$$

$$V_o = F$$

رنگین و -F و F می شود
 هم در صورت موازی اندیش
 رنگین معکوس F و -F را می گیرد

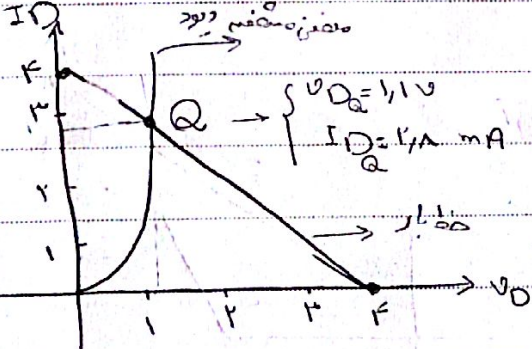
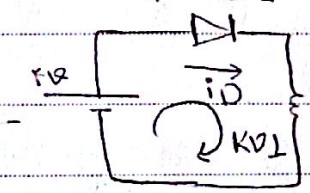
مثال: مدار شکل زیر را در نظر بگیرید. مشخصه دیود در شکل الف غایب داده شده است. منبع V_s سیگنال سینوسی با دامنه 10mV است. مدار را از لحاظ DC بررسی کرده و حداکثر سیگنال V_o را بدست آورید.

خازن C در فرکانس سینوسی اتصال کوتاه فرض شود. هم چنین در حالت قیاس AC اتصال کوتاه بود



تحلیل DC :

منابع AC حذف
 در حالت DC خازن مدار باز است



$$KVL: F = V_D + I_D R$$

$$V_D = F - I_D R$$

مشخصه انتقالی دیود را داده سوال

خودتون رسم می کنیم (خودتون نقش می دهیم)

V_D	0	F
I_D	F	0

VAHDAT

محل تقاطع معادله دارای دیود مشخصه انتقالی Q یا کار نام دارد.
 (نقشه ثابت)

Subject: _____

Year: _____

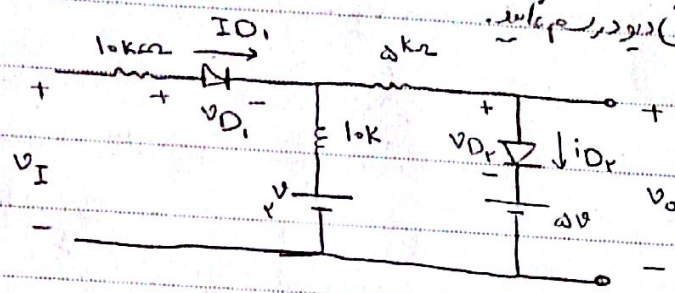
Month: _____

Date: _____

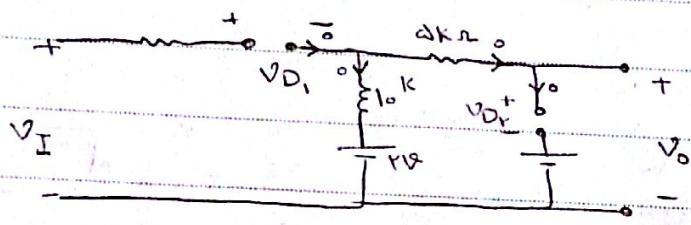
۱۴

دینک ac بررسی حالات دیود

محل: مشخصات فنی مدار زیر را با فرض ایده آل بودن دیود رسم کنید.



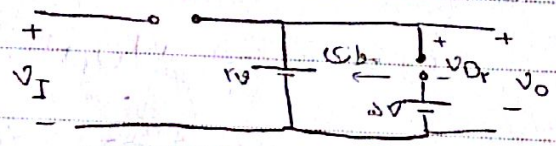
الف) فرض می‌کنیم هر دو دیود قطع باشد
 $D_1 = OFF \rightarrow V_{D1} < 0 \rightarrow V_A - V_K < 0$
 $D_2 = OFF \rightarrow V_{D2} < 0$
 (بعد از ولتاژ داریم جریان نداریم)



چون جریان نداشته‌اند پس ولتاژها

بی اثراند

رنگ



$V_O = 2V$

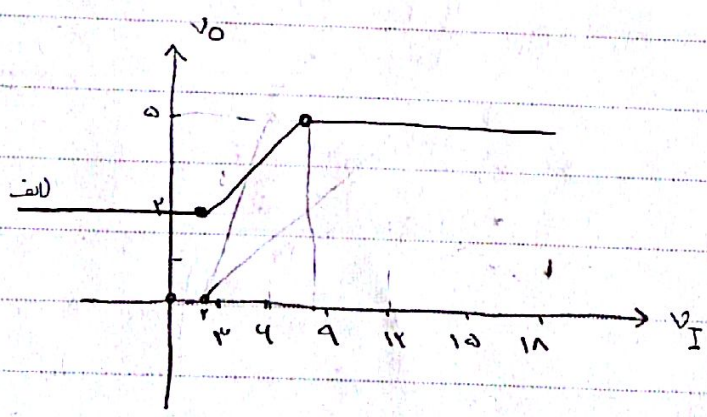
$V_{D1} < 0 \rightarrow V_A - V_K < 0 \rightarrow V_I - 2 < 0$

$V_I < 2$

$V_{D2} < 0 \rightarrow V_A - V_D < 0 \rightarrow V_O - 2 < 0$

$2 < 0$

$-2 < 0$



Subject:

Year:

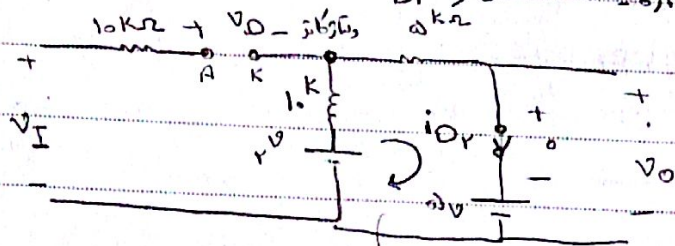
Month:

Date:

1-2-9-12-21-22

ب) $D_1 = \text{OFF} \rightarrow V_{D_1} < 0 \rightarrow V_A - V_K < 0 \rightarrow V_I -$

$D_2 = \text{ON} \rightarrow i_{D_2} > 0$



$$V_O = 5V$$

دیود وصل جریان داریم
ولتاژی در خروجی
داریم

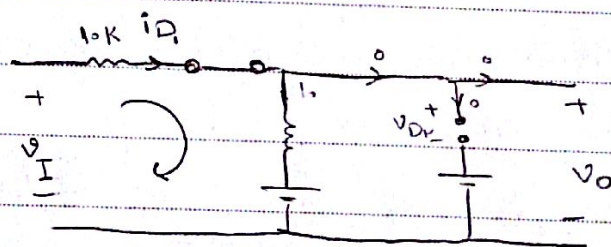
$$(10k \times C_{D_2}) + 5V = 1k \times i_{D_2}$$

$$10i_{D_2} + 5 - 1 \times i_{D_2} = 0$$

$$9i_{D_2} = -5 \rightarrow i_{D_2} = \frac{-5}{9} = -0.55 > 0$$

ج) $D_1 = \text{ON} \rightarrow i_{D_1} < 0 \rightarrow \frac{V_I - r}{r_0} > 0 \rightarrow V_I > r$

$D_2 = \text{OFF} \rightarrow V_{D_2} < 0 \rightarrow V_{D_2} + 5 = \frac{V_I}{r} + 1 \rightarrow V_{D_2} = \frac{V_I}{r} - r$



$$V_O = V_{D_2} + 5 = 10i_{D_1} + r$$

$$10 \times \frac{V_I - r}{r_0} + r = \frac{V_I}{r} + 1$$

$$\text{KVL: } V_I = r_0 i_{D_1} + r \rightarrow i_{D_1} = \frac{V_I - r}{r_0}$$

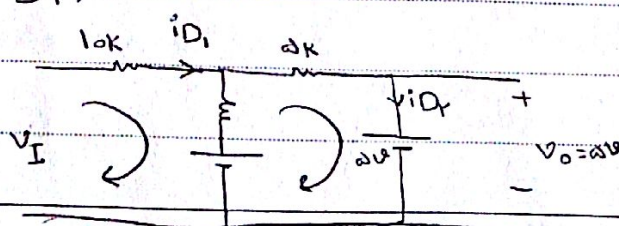
$$? \rightarrow V_I = r_0 i_{D_1} + r$$

$$i_{D_1} = \frac{V_I - r}{r_0}$$

$$\begin{cases} V_I = r \rightarrow V_O = 5 \\ V_I = 1 \rightarrow V_O = 5 \end{cases}$$

د) $D_1 = \text{ON} \rightarrow i_{D_1} > 0$

$D_2 = \text{ON} \rightarrow i_{D_2} > 0$



VAHDAT

Subject:

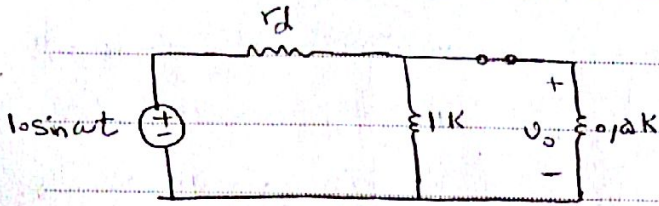
Year:

Month:

Date:

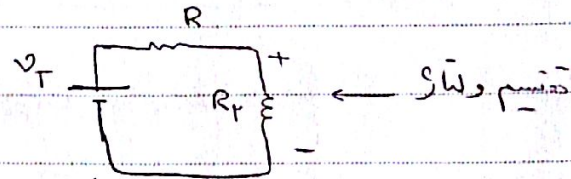
۱۵

۲ تحلیل AC:



مهم: V_T برابر ۲۵ میلی ولت است و $V_T = 25 mV$

$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{25 mV}{2.18 mA} = 11.4 \Omega \approx 9 \Omega$$



$$V_o = \frac{1K \parallel 0.5K}{1K \parallel 0.5K + 9\Omega} \times 10 \sin wt$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_T$$

$$V_o = \frac{300}{11.9} \times 10 \sin wt = 9.17 \sin wt \text{ mV}$$

۱۵ اثر مداری صرفاً حاوی منابع DC باشد دیودهای آن فقط در یک حالت قرار گرفته، جهت تجزیه و تحلیل مدار می توان

از روش فرض اولیه، حل مدار و بررسی صحت فرض استفاده نمود. در صورت عدم درستی فرض اولیه این روند ادامه

می یابد تا رسیدن به یک حالت صحیح برای دیودها. (فرض می کنیم دیود قطع باشد یا وصل باشد با این

فرض مدار را حل می کنیم و بعد فرض را چک می کنیم) دیود روشن است جریان > ۰

دیود خاموش است و ولتاژ < ۰ جریان = ۰

بر حسب ورودی (ولتاژ خروجی)

اما اگر هدف مشخصه استقانی مدار باشد ورودی آن می تواند در محدوده وسیعی تغییر نموده و دیودهای مدار

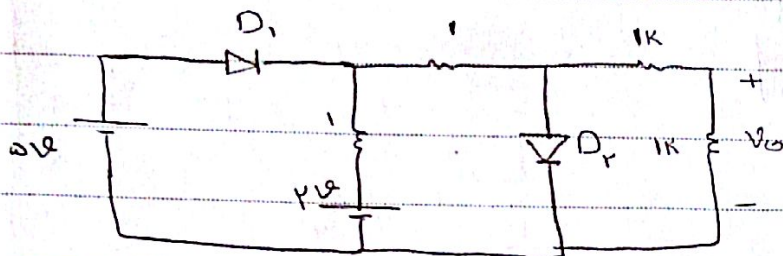
Subject: _____

Year: _____

Month: _____

Date: _____

بلایته در حالت های مختلف قرار گیرد



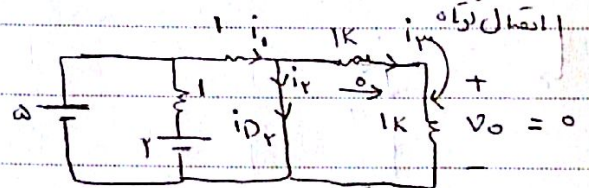
را به دست می آوریم

$$D_1, D_2 = 0V \quad 15$$

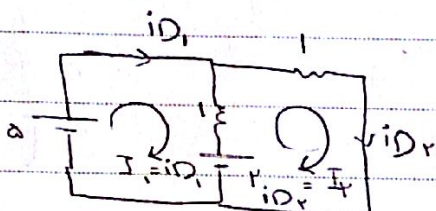
با این شرط را می بینیم

$$i_{D1} > 0$$

$$i_{D2} > 0$$



انتقال نرانه



$$\begin{aligned} i_r &= \frac{2K}{2K + 0} \times i_1 = i_1 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 10 \\ 0 \end{array} \right. \\ i_r &= \frac{0}{0 + 2K} \times i_1 = 0 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$5 = 1(i_{D1} - i_{D2}) + 2$$

$$i_{D1} - i_{D2} = 3$$

$$-2 + (i_{D1} - i_{D2}) + i_{D2} = 0$$

$$2i_{D1} - i_{D2} = 2$$

$$i_{D1} + i_{D2} = 3$$

$$i_{D1} = 5 > 0 \quad \checkmark$$

$$i_{D1} - 5 = 3$$

$$i_{D1} = 8 > 0 \quad \checkmark$$

DC

در حالتی که جواب گرفتیم جل تمام می شود

در حالت DC

فراوانی های ac باید خامی و راجل را در نظر بگیریم

VAHDAT

Subject:

Year:

Month:

Date:

9

۱۷

۹۱

در تمامی دستگاه های الکترونیکی که با برق شهر کار می کنند بخشی به نام منبع تغذیه وجود دارد که ولتاژ

۲۲۰ ولت به ولتاژ برق شهر را به یک یا چند ولتاژ DC مورد نیاز آن دستگاه تبدیل می کند.

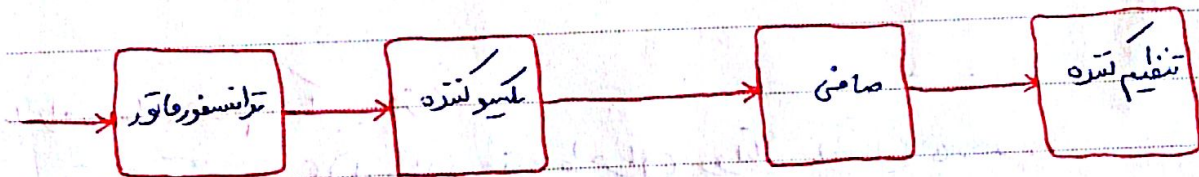
5

در یک منبع تغذیه ابتدا توسط ترانسفورماتور ولتاژ ۲۲۰ ولت به ولتاژهای مورد نظر تبدیل می شود.

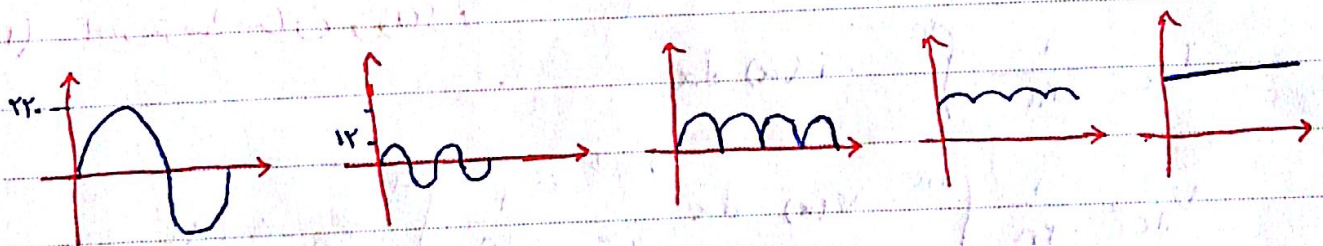
سپس آن را با یکسو می نمایند و ولتاژ یکسو شده پس از عبور از صافی وارد تنظیم کننده ولتاژ می شود.

۱۰ خروجی تنظیم کننده ولتاژ، یک ولتاژ DC با درصد تغییرات قابل قبول می باشد.

اصولاً خازن بزرگ صافی را دارد.

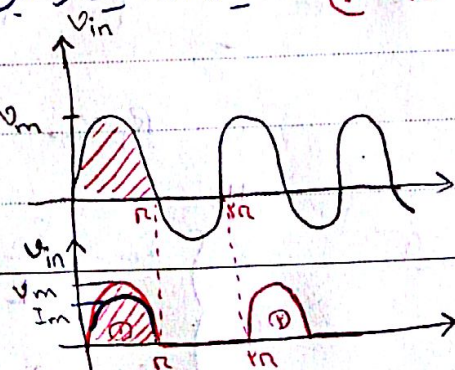
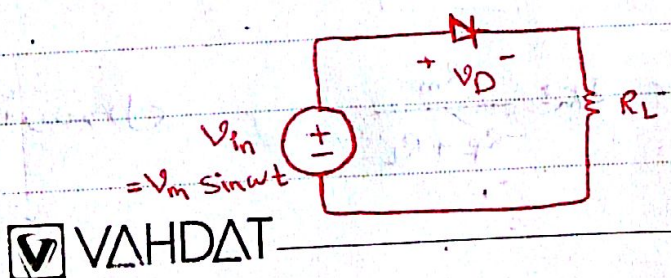


15



20

یکسو کننده نیم موج: نیمی از سیگنال را عبور می دهد و نیمی دیگر را حذف می کند.

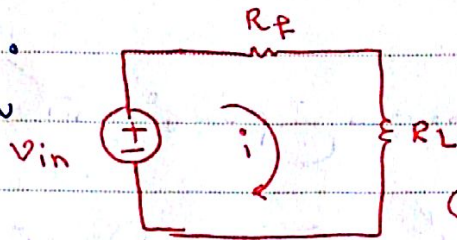


VAHDAT

در نیم سیکل مثبت
به جای دیود مقاومت کوچک
می گذاریم یا اتصال کوتاه
دهی دیود روشن جریان داریم

$$V_{in} > 0$$

D: ON



$$V_o = \frac{R_L}{R_L + R_P} V_{in}$$

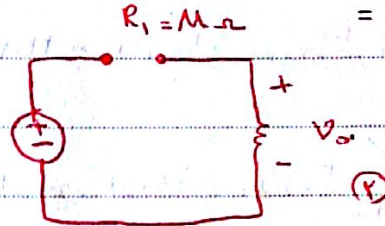
$$i = \frac{V_{in}}{R_P + R_L}$$

$$= \frac{V_m \sin \omega t}{R_P + R_L} = I_m \sin \omega t$$

در نیم سیکل منفی

$$V_{in} < 0$$

D: OFF



$$V_o = \frac{R_L}{R_L + R_P} V_{in} = \frac{R_L}{\infty} = 0$$

به جای دیود مدار باز یا مقاومت بزرگ
می گذاریم

اگر دیود خاموش باشد جریان منفی نیست
و خروجی صفری شود و ولتاژ در هر دو
میشود و ولتاژ در هر دو

* اگر جهت دیود را عوض کنیم $V_{in} < 0$ و $V_{in} > 0$ عوض می شود.

با اعدادهای محکم در یک سو سازی

15 ولت متر و آمپر متر DC مقادیر متوسط جریان و ولتاژ را نشان می دهد.

(۱) مقادیر متوسط جریان و ولتاژ:

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i(\alpha) d\alpha = \frac{I_m}{\pi}$$

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v(\alpha) d\alpha \quad \begin{matrix} \text{برای مثال} \\ \text{بگیریم} \end{matrix} \quad \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \alpha d\alpha =$$

$$V_{dc} = \frac{V_m}{2\pi} - \cos \alpha \Big|_0^{\pi} = \frac{V_m}{2\pi} (1+1) = \frac{V_m}{\pi}$$

$$R_P \ll \infty \quad I_m = \frac{R_m}{R_P + R_L}$$

اگر در فرمول

VAHDAT

$$\begin{cases} I_m = \frac{V_m}{R_L} \\ V_m = R_L I_m \end{cases}$$

Subject: _____

Year: _____

Month: _____

Date: _____

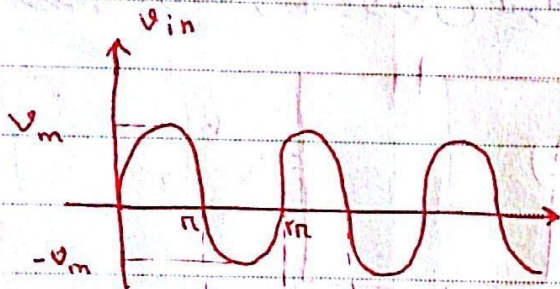
19

$$① \quad V_D = \frac{R_F}{R_F + R_L} V_{in} = \frac{R_F}{R_L + R_F} V_m \sin \omega t = V_{in} > 0$$

$$V_D = R_F I_m \sin \omega t = 0, V$$

$$② \quad V_D = \frac{R_r}{R_r + R_L} V_{in} = V_{in} = V_m \sin \omega t \quad V_{in} < 0$$

$$V_D = \begin{cases} R_F I_m \sin \omega t & V_{in} > 0 \\ V_m \sin \omega t & V_{in} < 0 \end{cases}$$



رسم دقتار دوسر دیود برای شکل های
قبل ←



(۲) مقایسه پهنای جریان و ولتاژ:

$$V_{rms} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V(\alpha)^2 d\alpha \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \alpha d\alpha \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{V_m}{2}$$

VAHDAT

Subject:

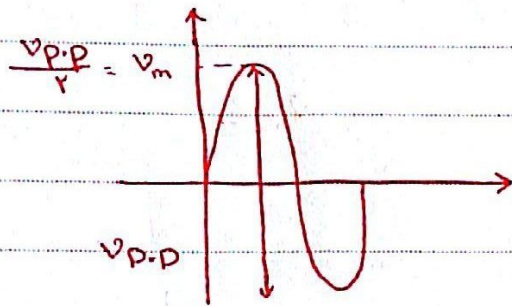
Year:

Month:

Date:

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R_L} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

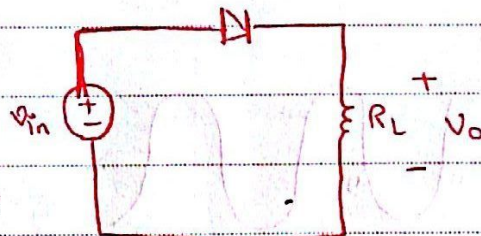
ولت متر و آمپر متر AC در حقیقت مقادیر مؤثر و تراز جریان را اندازه گیری می کنند



10 بازده یکسو کننده نیم موج: نسبت توان DC تحویلی به مقاومت بار، نسبت به توان

متوسط ورودی بازده یکسو ساز یا ران جریان یکسو کننده می باشد.

$$\eta = \frac{P_{out\ dc}}{P_{in\ average}}$$



$$P_{out} = R_L \cdot I_{dc}^2 = R_L \times \left(\frac{I_m}{\pi} \right)^2$$

$$P_{in\ av} = \frac{1}{\pi n} \int_0^{\pi n} v(\alpha) \cdot i(\alpha) d\alpha = \frac{1}{\pi n} \int_0^{\pi n} V_m \sin \alpha \times \frac{V_m}{R_L + R_F} \sin \alpha d\alpha =$$

$$\frac{V_m^2}{\pi(R_F + R_L)} \rightarrow \text{آبردیور ایده آل باشد } R_F \text{ را حذف می کنیم}$$

$$\eta = \frac{R_L \frac{I_m^2}{\pi^2}}{\frac{V_m^2}{\pi(R_F + R_L)}} = \eta, \%$$

VAHDAT

at
sin

5

15

20

)

Subject:

Year:

Month:

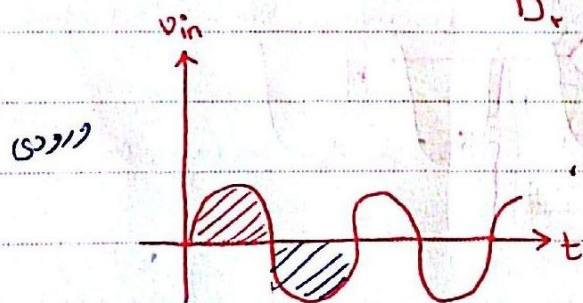
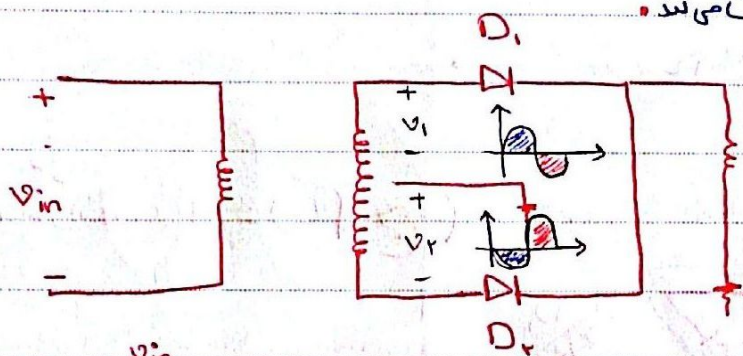
Date:

۳۱

یک سوکتده تمام موج:

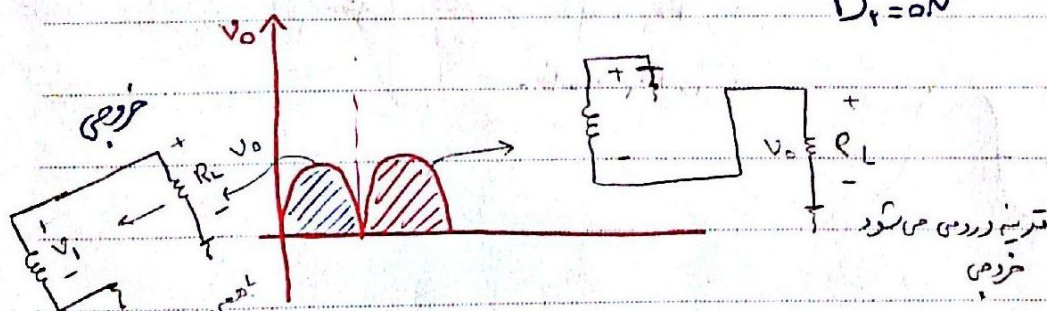
یک سوکتده تمام موج در حقیقت از دو مدار نیم موج تشکیل شده است که در هر کدام از نیم سیکل ها یکی از ورودی ها ورودی را هدایت می کند.

در نیم سیکل مثبت D_1 روشن بوده و D_2 خاموش می باشد و در نیم سیکل منفی و برآوردی D_2 قطع و D_1 هدایت می کند.



$v_{in} > 0 \rightarrow D_1 = ON$ و R_L برقرار
 $D_2 = OFF$

$v_{in} < 0 \rightarrow D_2 = OFF$ و R_L برقرار
 $D_1 = ON$



$$I_{dc} = \frac{V_{Im}}{R}$$

$$V_{dc} = \frac{V_{Vm}}{n}$$

VAHDAT



است

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

خارجی

موتوری

مکان

ورودی

Subject: _____

Year: _____

Month: _____

★

Date: _____

(هفته آینده بیاورد)

حداکثر ولتاژی که می‌تواند در نیم موج دارد V_m
حداکثر ولتاژی که می‌تواند در تمام موج $2V_m$

ضریب تنظیم بار: برای بررسی میزان تأثیر مقاومت بار بر روی ولتاژ DC خروجی ضریب بار

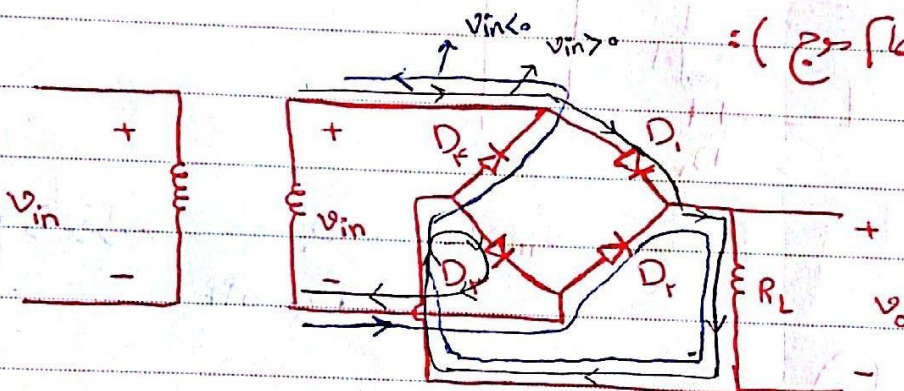
ضریب تنظیم بار به این صورت ارائه می‌شود:

$$\text{ضریب تنظیم بار} = \frac{V_{dc} \text{ بی بار} - V_{dc} \text{ بار}}{V_{dc} \text{ بار}}$$

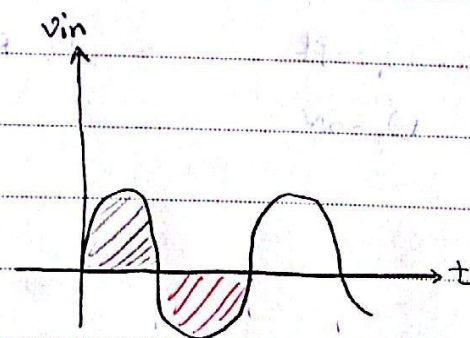
$$\frac{V_{oNL} - V_{oPL}}{V_{oPL}}$$

10

یک سولتد یو ای (عکس موج):



15

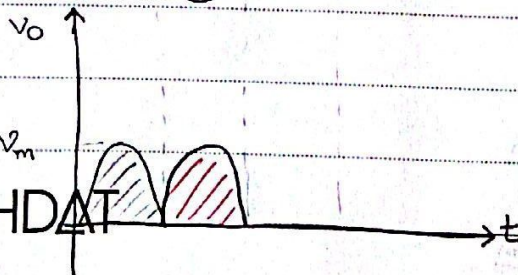


$V_{in} > 0$ نیم سیکل مثبت $D_1, D_3 : ON$

$D_2, D_4 : OFF$

$$V_o = V_{in}$$

20



VΔH DAT

t

Subject:

Year:

Month:

Date:

۱۲

۲۳

$$D_{on} D_{off} = 0V \leftarrow V_{in} < 0$$

$$D_{on} D_{off} = 0V$$

$$V_o = V_{in}$$

صافی:

۵ - صافی خازنی: اگر یک خازن را موازی با بار R_L قرار دهیم، صافی خازنی به وجود می آید. در واقع

خازن همراه با مقاومت R_L نقش صافی را دارد.

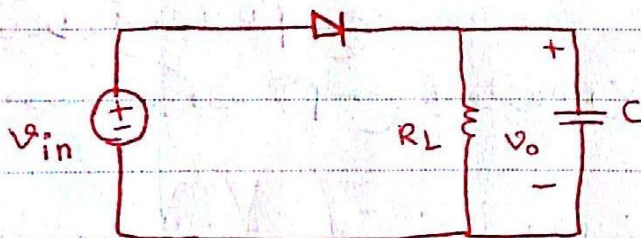
۱۰ چنانچه R_L را مقاومت بزرگ (بی نهایت ∞) فرض کنیم هنگامی که برای بار تقسیم ولتاژ

ورودی از مقدار V_m افزایش می یابد چنانچه دیود ایده آل باشد ولتاژ دینامیک خازن ورودی را

دینامیک می نماید تا به اندازه V_m سرازیر گردد. با کاهش ولتاژ ورودی از مقدار V_m ولتاژ دینامیک متغیر

۱۵ سگ و قطع می گردد. از آنجا که مقاومت R_L بی نهایت است خازن راهی برای تخلیه نداشته و

ولتاژ خروجی در ولتاژ V_m باقی می ماند.

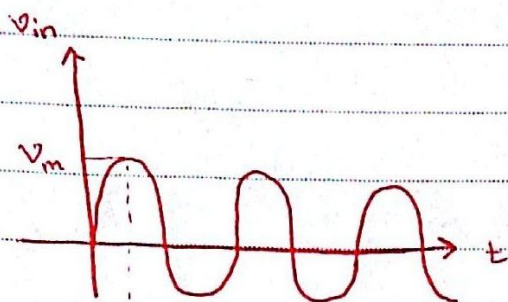


Subject: _____

Year: _____

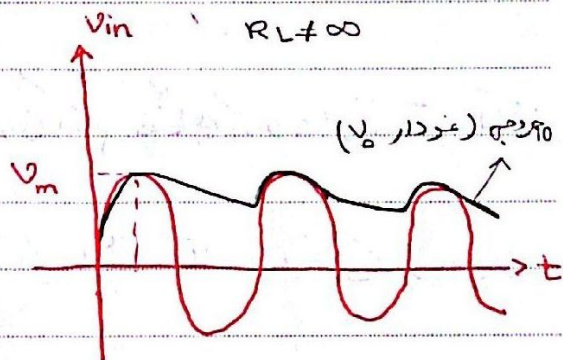
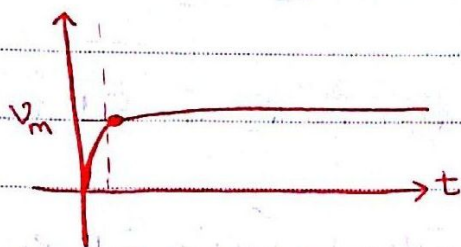
Month: _____

Date: _____



$$v_D = v_{in} - v_m$$

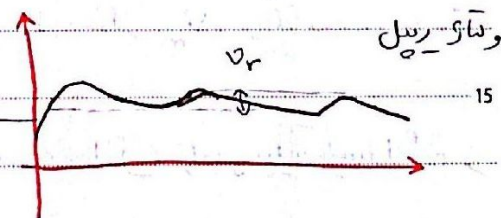
5



$$v_r = \frac{I_{dc}}{r_{fc}}$$

$$v_{dc} = v_m - \frac{v_r}{r}$$

برای تمام موج



15

مبانی برای یکسو ساز تمام موج:

20. در مورد یکسو کننده تمام موج با موازی کردن یک خازن با مقاومت R_L می توان صافی

طراحی نمود. در شکل زیر تغییرات خروجی را بعد از نصب خازن می بینیم.

VAHDAT

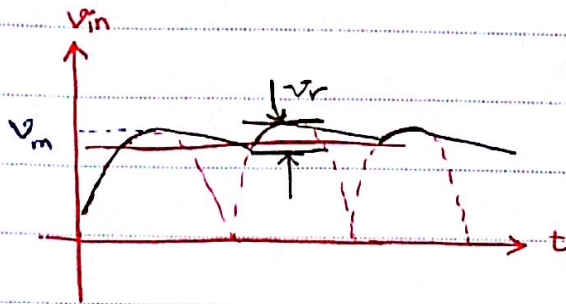
Subject:

Year:

Month:

Date:

25



$$v_r = \frac{I_{dc}}{f C}$$

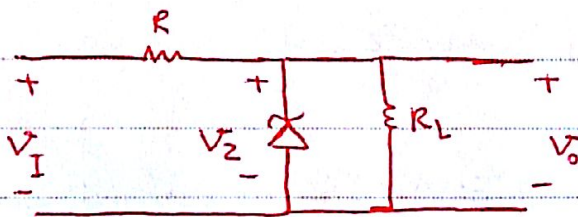
$$v_{dc} = v_m \approx \frac{v_r}{r}$$

تنظیم کننده ولتاژ (دیود زنر):

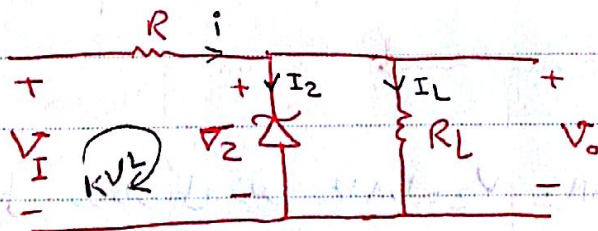
ماده ترین مدار تنظیم کننده ولتاژ دیود زنر می باشد. مدار تنظیم کننده ولتاژ می تواند ولتاژ ثابتی را

در خروجی ایجاد نماید. حتی اگر بار R_L و ولتاژ ورودی v_i تغییر نماید. شکل زیر یک مدار

تنظیم کننده ولتاژ با دیود زنر را نشان می دهد.



برای اینکه ولتاژ دوسر دیود یک مقدار ثابت مثل v_z داشته باشد باید جریانی آن بین I_{zmin} و



I_{zmax} باشد.

۱ فرض می کنیم V_I ثابت است

و می خواهیم محدود R_L را پیدا کنیم

$$I_{zmin} < I_Z < I_{zmax}$$

VAHDAT

$$i = I_Z + I_L$$

$$i = \frac{V_I - V_Z}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{V_I - V_Z}{R} = I_Z + \frac{V_Z}{R_L}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

$$\frac{V_I - V_Z}{R} - I_Z = \frac{V_Z}{R_L} \quad \begin{matrix} \text{زیادگی شود} \\ \text{کمتری شود} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \leftarrow I_{Z \min} \\ \leftarrow I_{Z \max} \end{matrix}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{R} \frac{V_I - V_Z}{R} - I_{Z \min} = \frac{V_Z}{R_{L \min}} \\ \frac{1}{R} \frac{V_I - V_Z}{R} - I_{Z \max} = \frac{V_Z}{R_{L \max}} \end{cases}$$

محدود R_L بین $\min$ و $\max$ مقدار R_L چقدر است.

۲. فرض می‌کنیم V_I ثابت نیست $V_{I \min} < V_I < V_{I \max}$
10 و می‌خواهیم محدوده R_L را بیابیم

$$i = I_Z + I_L \rightarrow i_L = i - i_Z$$

$$i = \frac{V_I - V_Z}{R} \rightarrow \begin{matrix} i_{\max} = \frac{V_{I \max} - V_Z}{R} \\ i_{\min} = \frac{V_{I \min} - V_Z}{R} \end{matrix}$$

$$i_L \boxed{\min} = i_{\max} - i_{Z \max} \rightarrow R_{L \max} = \frac{V_Z}{i_{L \min}}$$

$$i_L \boxed{\max} = i_{\min} - i_{Z \min} \rightarrow R_{L \min} = \frac{V_Z}{i_{L \max}}$$

مثال: در مدار شکل زیر $V_Z = 4.7V$ و $I_{Z \min} = 5mA$ و $I_{Z \max} = 10mA$ و $R = 1k\Omega$

$V_I = 10 \pm 2$ • حلال و مدارش مقاومت را طوری تعیین کنید که علاوه بر V_I و $I_{Z \min}$ و $I_{Z \max}$ تغییرات بین $12.7V$

VAHDAT

Subject:

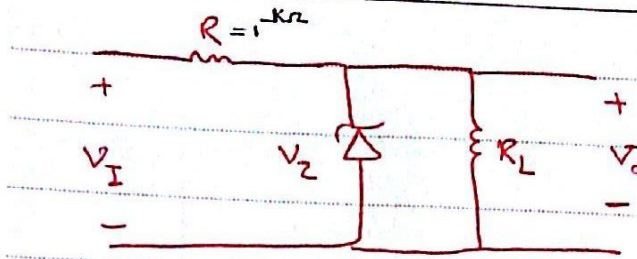
Year:

Month:

Date:

دانشگاه آزاد اسلامی

14



برای $V_Z = 5.1V$ ثابت بماند.

$$V_Z = 5.1V$$

$$0.5mA < I_Z < 5mA$$

$$V_I = 10 \pm 2 \rightarrow 8 < V_I < 12.5$$

$$i_{max} = \frac{V_{I_{max}} - V_Z}{R} = \frac{12 - 5.1}{1K} = 6.9mA$$

$$i_{min} = \frac{V_{I_{min}} - V_Z}{R} = \frac{8 - 5.1}{1K} = 2.9mA$$

$$i_{L_{min}} = i_{max} - i_{Z_{max}} = 6.9 - 5 = 1.9mA$$

$$i_{L_{max}} = i_{min} - i_{Z_{min}} = 2.9 - 0.5 = 2.4mA$$

$$R_{L_{max}} = \frac{V_Z}{i_{L_{min}}} = \frac{5.1}{1.9} = 2.68K$$

$$R_{L_{min}} = \frac{V_Z}{i_{L_{max}}} = \frac{5.1}{2.4} = 2.125K$$

Subject: _____



Year: _____



Month: _____



Date: _____

5

10

15

20



VAHDAT



Subject:

Year:

Month:

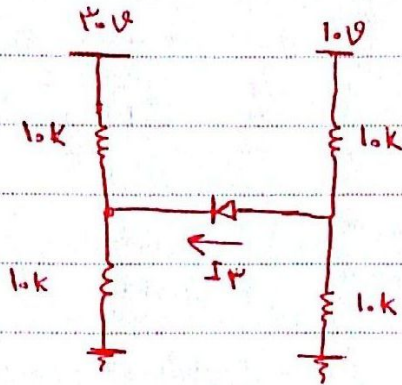
Date:

۲۹

حل مسائل ص ۹۳ فصل سوم

تقریب

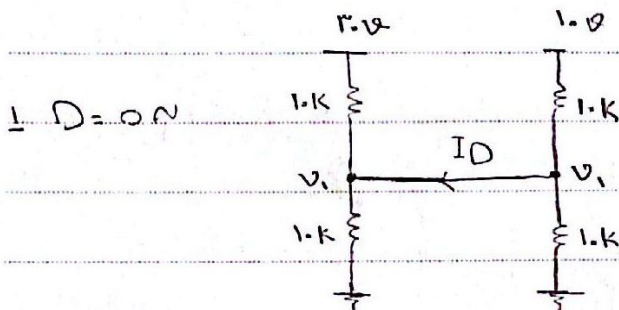
سوال ۱:



$$I_D = 0V \rightarrow I_D > 0$$

$$I_D = 0PF \rightarrow V_{AK} < 0$$

اول فرض اول ما بر روی می کنیم



$$\frac{10 - V_1}{10} = I_D + \frac{V_1}{10}$$

$$1 = I_D + \frac{2V_1}{10}$$

$$\frac{10 - V_1}{10} + I_D = \frac{V_1}{10}$$

$$1 + I_D = \frac{2V_1}{10}$$

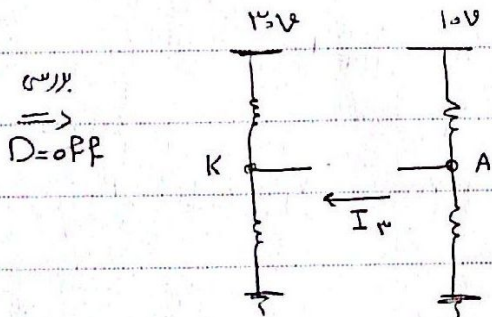
جوابی

$$1 = I_D + 1 + I_D$$

$$-1 = 2I_D \rightarrow I_D = -0.5 \text{ A}$$

چون $I_D < 0$ نیست

چون $I_D < 0$ است



پس
 $\Rightarrow$
 $D = 0PF$

$$V_A = \frac{10}{10+10} \times 10 = 5$$

$$V_K = \frac{10}{10+10} \times 3 = 1.5$$

$$V_A < V_K \checkmark \rightarrow D = 0PF$$

$$I_3 = 0$$

Subject: _____

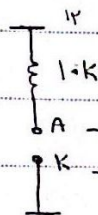
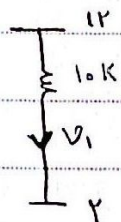
Year: _____

Month: _____

Date: _____



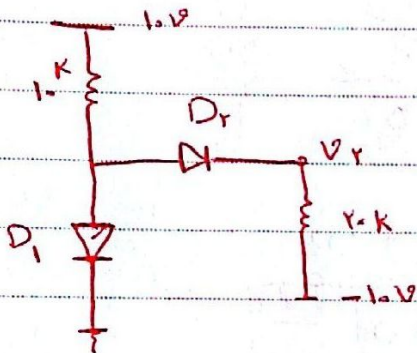
اگر اتصال کوتاه باشد ولتاژ آن 12 ولت باشد و ولتاژ 2 است و هر دو مثبت است پس دیود به تون خاموش باشد و روشن



اگر مدار باز باشد

$V_A = 12$
 $V_K = 2$
 $V_A < V_K$ اگر
 $D = OFF$ باشد

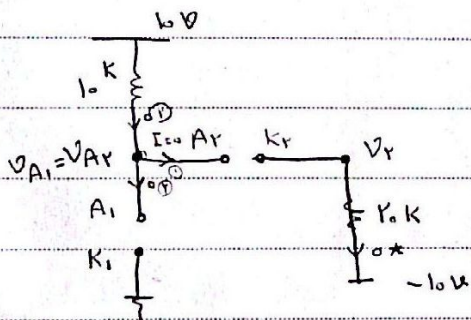
ولی در اینجا این شرط برقرار نیست پس $D = ON$ است.



10- تا دیود داریم پس 1- حالت بررسی می شود.

هر دو باید درست باشد

15- مطابق $V_{A1} < V_{K1}$ و $V_{A2} < V_{K2} \rightarrow D_1 = OFF$ و $D_2 = OFF$



و تا A_1 و A_2 مشترک است و جریان 0 و D منفی D منفی

$V_{A2} = V_{A1} = 10$

$V_{K1} = 0$

20- چون دوباره جریان نداریم $V_{K2} = -10V$

$10 < -10$ ✗

$10 < 0$ ✗

2- $D_1 = OFF$ و $D_2 = ON \rightarrow I_{D2} > 0$

$V_{A1} < V_{K1}$

VAHDAT

Subject:

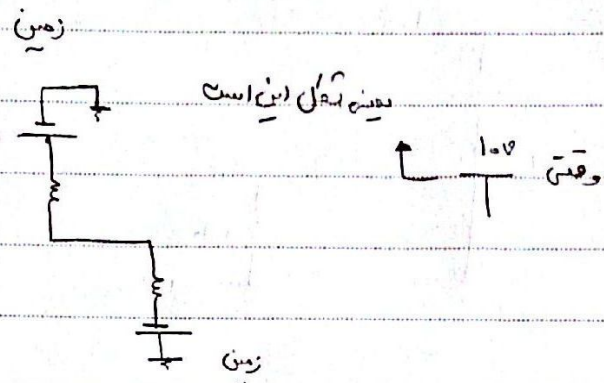
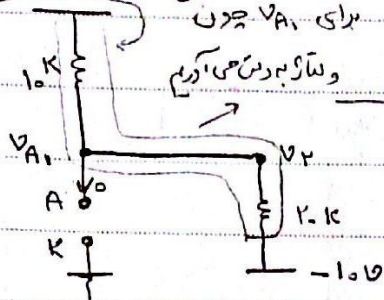
Year:

Month:

Date:

۳۱

معماری سیستم



برای V_{A1} چون $V_{K1} = 0$ و نیاز به بررسی می‌آوریم

$$V_{A1} = 10 - 10^4 I_{D1}$$

درست می‌آوریم و بررسی می‌کنیم

$$V_{A1} = 10 - 10 \times (0.4) = 6$$

$6 < 0$ ✗
 $0.4 > 0$ ✓

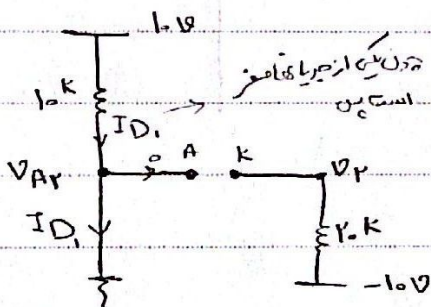
$$-10 + 10 I_{D1} + 20 I_{D1} - 10 = 0$$

$$30 I_{D1} = 20 \rightarrow I_{D1} = 0.67$$

ادخال کوتاه مدار باز

(۳) $D_1 = 0N$, $D_2 = 0PF \rightarrow V_{A2} < V_{K2}$

↓ $I_{D1} > 0$



چون به زمین وصل است

$$V_{A2} = 0$$

$$V_{K2} = -10V$$

$0 < -10$ ✗

$$I_{D1} = \frac{10 - 0}{10} = 1mA$$

۱ > 0 ✓

ادخال کوتاه

(۴) $D_1 = 0N$, $D_2 = 0N \rightarrow I_{D2} > 0$

↓ $I_{D1} > 0$

VAHDAT

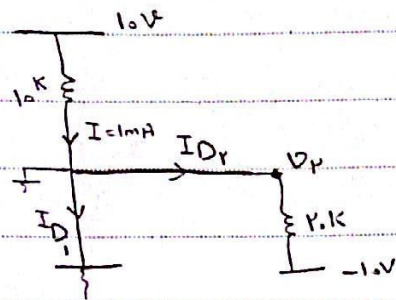
20

Subject:

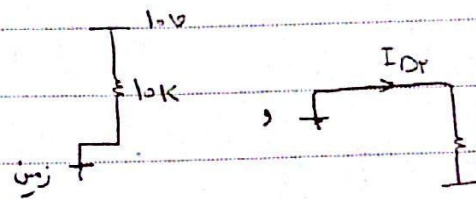
Year:

Month:

Date:



مادل



5

سوال 5

$$I = \frac{10 - 0}{10} = 1 \text{ mA}$$

مقادیر

$$I_{Dr} = \frac{0 - (-10)}{2} = \frac{10}{2} = \frac{1}{2}$$

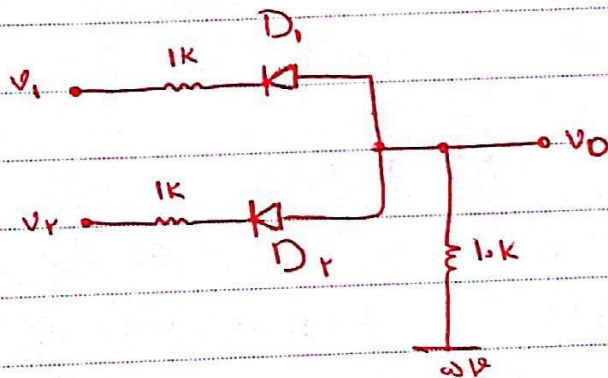
$$I_{D1} = I - I_{Dr} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} > 0 \quad \checkmark$$

$$\frac{1}{2} > 0 \quad \checkmark$$

=>

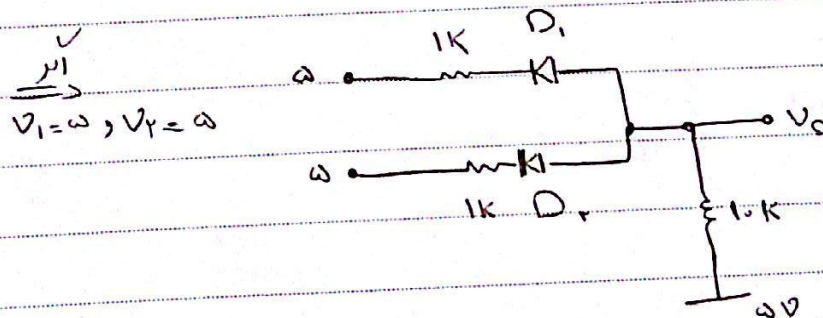
10 بین دیند و در روشن است و
چون بر زمین وصل است



سوال 15: خروجی

V_1	V_2	V_0
5	5	5
5	0	0.5
5	0	0.25

15



20

این $D_1, D_2 = ON$

VAHDAT

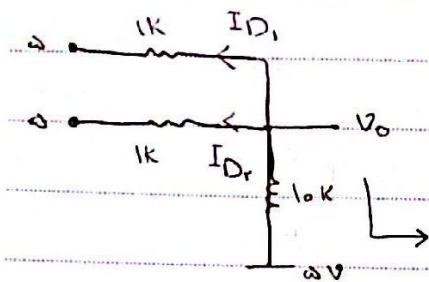
Subject:

Year:

Month:

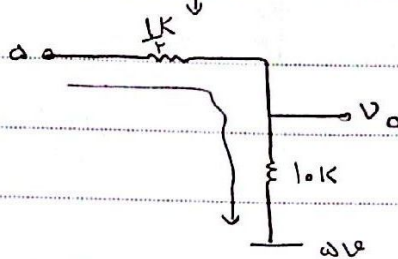
Date:

۲۳



$I_{D1} = I_{Dr}$ چون در سلف با هم موازی اند

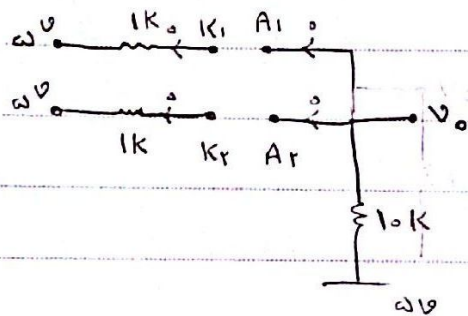
این یک سلف را می نویسیم



$$V_o = \frac{1 - 1}{1 + 10} = 0$$

$I_{D1} < 0$ ✗
 $I_{Dr} < 0$ ✗

⑤ $D_1 = D_r = OFF$



$$V_{A1} = V_{Ar} = 0$$

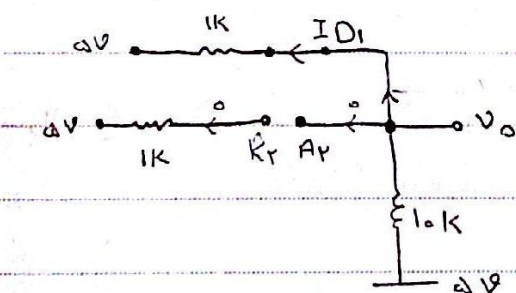
$$V_{K1} = V_{Kr} = 0$$

$$V_A < V_K$$

$$0 < 0 \quad \text{✗} \quad \checkmark$$

⑥ $D_1 = ON, D_r = OFF$

$$V_o = 1V$$



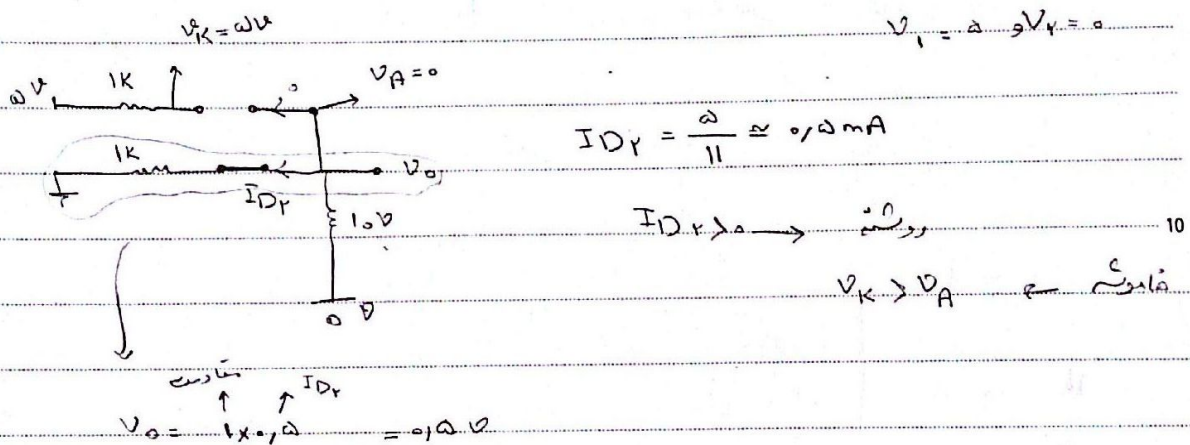
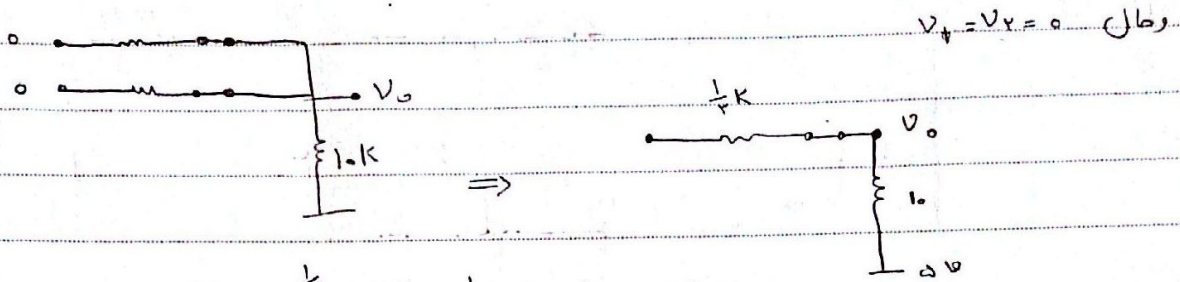
$$V_{Kr} = 1V$$

Subject: _____

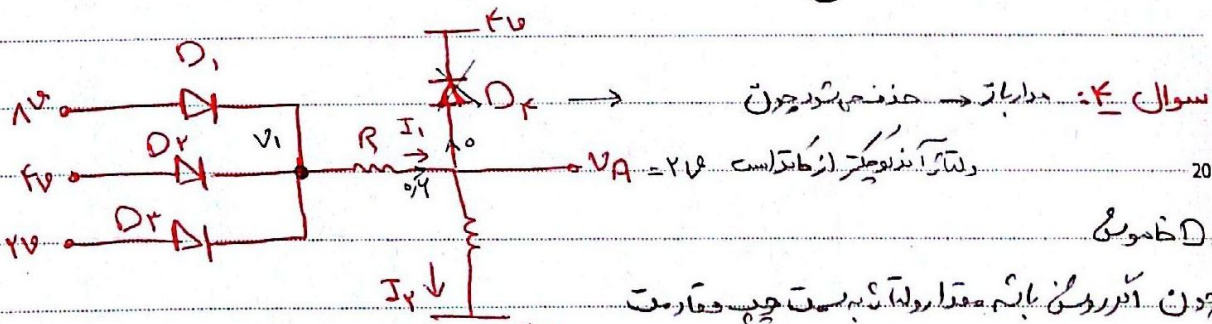
Year: _____

Month: _____

Date: _____



15
اگر دیود ایده آل باشد اتصال کوتاه می شود در حالت روشن
اگر ~ ~ نباشد یک منبع ولتاژ با یک مقاومت می زاریم در حالت روشن



می رسد و چون روی مقاومت افت ولتاژ دارد و مقدار ولتاژ $V_A = 2$ بیشتر از ولتاژ R است که امنیت دارد پس باید D_p خاموشی شود.

VAHDAT

Subject:

Year:

★ Month:

☉ Date:

۳۵

D_1 و D_2 نمی توانند هم در روشن باشند چون ورودی و خروجی باید ولتاژهای یکسان برابر باشند که نیست

$$I_r = \frac{V - (-F)}{I_o} = 2.04 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_r = 0.4$$

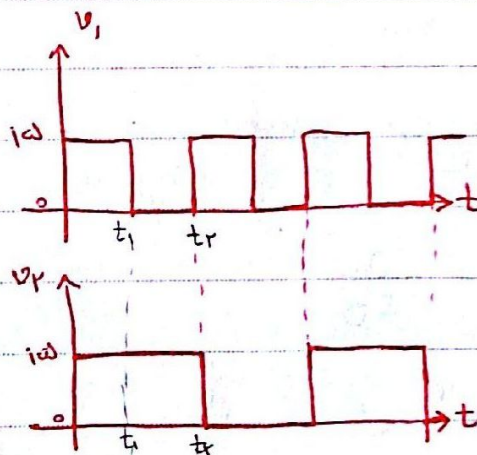
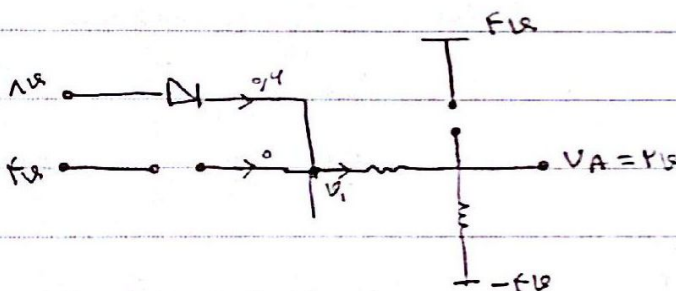
$$V_1 = R \times 0.4 + F$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_r = \text{ON} \rightarrow I_{D_r} > 0 \quad 0.4 > 0 \quad \checkmark \\ D_1 = \text{OFF} \rightarrow V_{A1} < V_{K1} \quad 1 < F \quad \checkmark \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_1 = \text{ON} \rightarrow I_{D_1} > 0 \quad 0.4 > 0 \quad \checkmark \\ D_r = \text{OFF} \rightarrow V_{Ar} < V_{Kr} \quad F < 1 \quad \checkmark \end{array} \right.$$

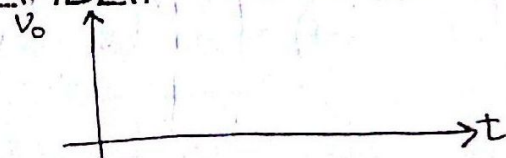
$$1 = R \times 0.4 + F$$

$$R = \frac{4}{0.4 \text{ mA}} = 10 \text{ k}\Omega$$



$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 = 15 \rightarrow V_r = 15 \rightarrow \text{در } t_1 \rightarrow \text{مقدار خروجی در حالت } V_o \text{ را باید دست می آوریم} \\ V_1 = 0 \rightarrow V_r = 15 \rightarrow \text{در } t_r \end{array} \right.$$

VAHDAT



سوال ۵:

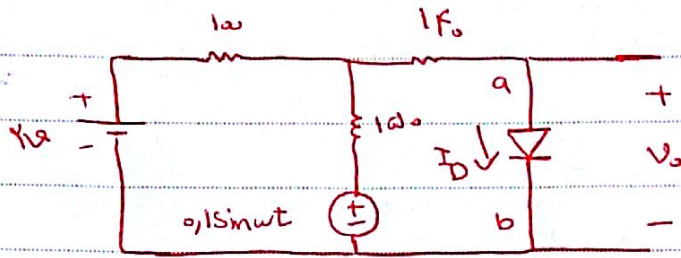
20

Subject:

Year:

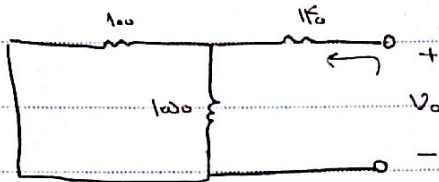
Month:

Date:

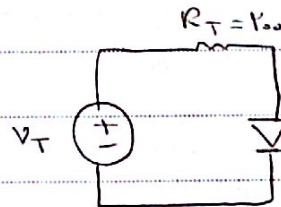


سوال ۲۲ :

5 برای پاسخ معادل تریس منابع را حذف می کنیم



$$100 \parallel 150 + 140 = R_T = 200$$



10

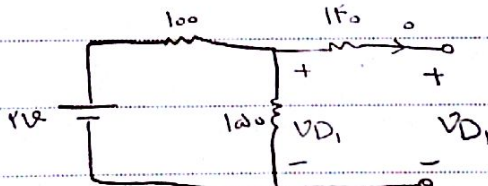
تحلیل DC :

منابع AC حذف

منبع مستقل سرجای

منبع جریان مدار باز

15



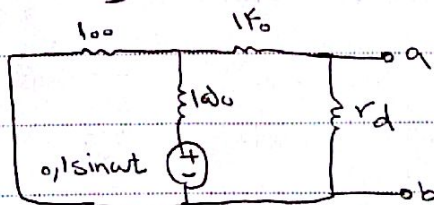
$$V_{D1} = \frac{150}{100 + 150} \times 2 = \frac{150}{250} = \frac{3}{5} = 0.6$$

تحلیل AC :

منابع DC حذف ، منابع مستقل حذف می شود

احتمال کوتاه

20



$$r_d = \frac{V_T}{I_D}$$

$$I_D = 10^{-4} \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right)$$

VAHDAT

$$r_d = \frac{V_T}{I_D} = \frac{25 mV}{V \times 10^{-4}} = 25 \times 10^{-4}$$

$$I_D = 10^{-4} \left(e^{\frac{0.6}{0.025}} - 1 \right) = 10^{-4} \left(e^{24} - 1 \right) = 10^{-4} \times 2.6 \times 10^10 = 2.6 \times 10^6$$

$$V \times 10^{-4}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

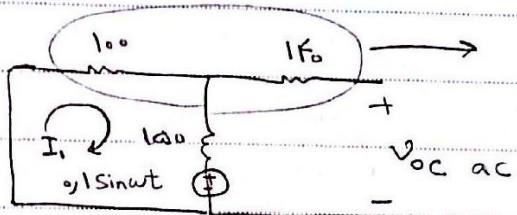
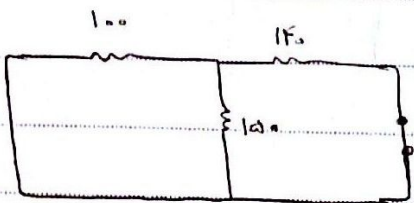
محل بابی مشفق انتظامی رسم کینم با ریتمی حالات D_1 و D_2 را بررسی کن

سوال ۱۹ و ۲۲ و ۲۳ مم

۳۷

$$r_d = 17 \times 10^{-3}$$

محل می توان مقاومت r_d را به صورت اتصال کوتاه در نظر بگیریم



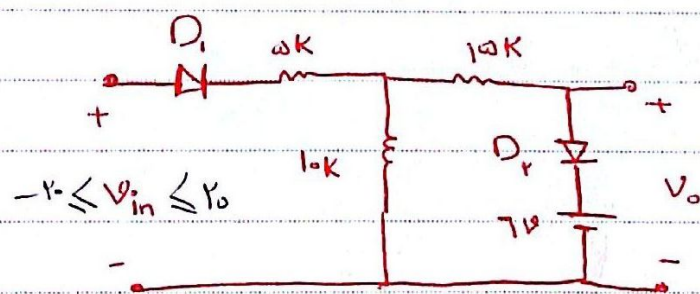
$$100 I_1 + 150 I_1 + 0.1 \sin wt = 0$$

$$I_1 = \frac{0.1 \sin wt}{250}$$

$$V_{OC ac} = 150 \times \frac{0.1 \sin wt}{250} + 0.1 \sin wt$$

$$V_{OC ac} = 0.04 \sin wt + 0.1 \sin wt = 0.14 \sin wt$$

$$\Rightarrow V_T = 1.2 + 0.14 \sin wt$$



سوال ۲۱:

Subject: _____

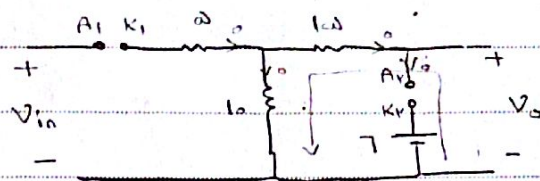
Year: _____

Month: _____

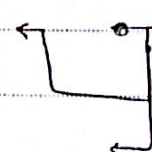
Date: _____

1) $D_1 = \text{OFF} \rightarrow V_{A1} < V_{K1}$

$D_r = \text{OFF} \rightarrow V_{Ar} < V_{Kr}$



$0 < 4 \checkmark$



$V_{A1} = V_{in}$

$V_{Ar} = 0$

$V_{K1} = 0$

$V_{Kr} = 4$

$V_{in} < 0$

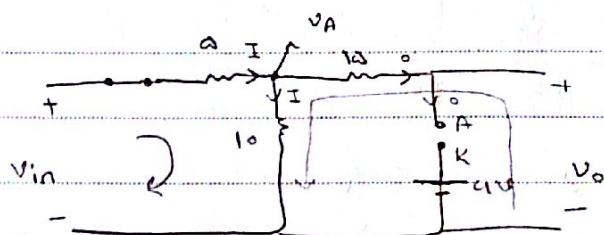
$$0 \leq V_{in} < 0 \rightarrow V_o = 0 \quad 1 \times 0 + 1 \times 0 = 0$$

2) $D_1 = \text{ON} \rightarrow I_{D1} > 0$

$D_r = \text{OFF} \rightarrow V_{A1} < V_{K1}$

KVL

$$V_{in} - 1 \times I_D \rightarrow I_D = \frac{V_{in}}{1 \Omega}$$



$$V_A = \frac{1 \Omega}{1 \Omega} \times V_{in}$$

$$\rightarrow \frac{1 \Omega}{1 \Omega} V_{in} < 4 \rightarrow V_{in} < \frac{4 \times 1 \Omega}{1 \Omega} = 4$$

$$V_{Kr} = 4$$

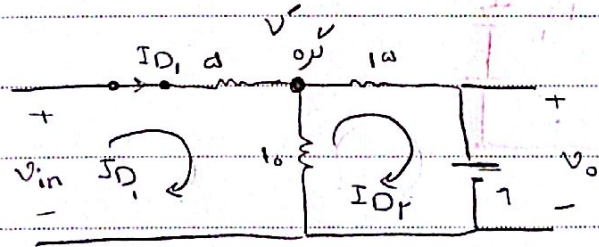
$$0 < V_{in} < 4$$

وقتی $V_o = 4$ خواهد بود مدار باز باشد اتصال کوتاه داشته باشیم

$$V_o = 1 \times I = 1 \times I + 1 \times 0 = 1 \times \frac{V_{in}}{1 \Omega} = \frac{1 \times V_{in}}{1 \Omega}$$

3) $D_1 = \text{ON} \rightarrow I_{D1} > 0$

$D_r = \text{ON} \rightarrow I_{Dr} > 0$



اینجا $V_o = 4$ است

از روی گره اول می بینیم

Subject:

Year:

Month:

Date:

۳۹

$$\frac{V_{in} - V'}{2} = \left(\frac{V'}{10} + \frac{V' - 4}{15} \right)$$

$$4V_{in} - 4V' = 3V' + 2V' - 12$$

$$4V_{in} + 12 = 11V' \rightarrow V' = \frac{4V_{in} + 12}{11}$$



$$I_{D_r} = \frac{\frac{4V_{in} + 12}{11} - 4}{15} > 0 \rightarrow \frac{4V_{in} + 12}{11} > 4 \rightarrow 4V_{in} + 12 > 44 \rightarrow$$

$$4V_{in} > 32$$

$$V_{in} > 8$$

$$I_{D_i} = \frac{V_{in} - \frac{4V_{in} + 12}{11}}{5} > 0 \rightarrow \frac{5V_{in} - 12}{11} > 0 \rightarrow 5V_{in} > 12 \rightarrow$$

$$V_{in} > \frac{12}{5}$$

این با این حالت باید بررسی شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \frac{12}{5} \\ 8 \end{array} \right. \begin{array}{l} -20 < V_{in} < 0 \\ 0 < V_{in} < 8 \\ V_{in} \end{array}$$

دیود در حالت ایده آل $\rightarrow$ $\approx$

دیود در حالت غیر ایده آل (واقع) $\rightarrow$

VAHDAT

Subject : _____

📅 Year : _____

★ Month : _____

🕒 Date : _____

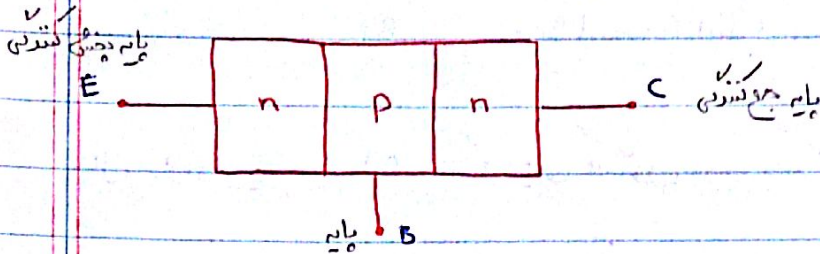
5

10

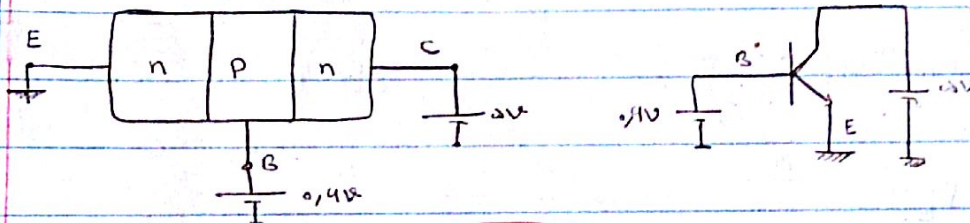
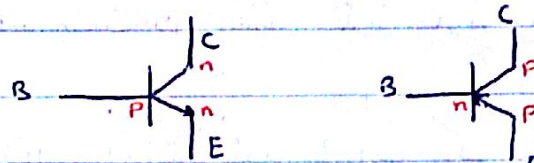
15

20

دو پیوند P-n وستی درکار هم قرار نرفته اند! ترانزیستور سبیل می شود.



حالت مداری ترانزیستور:



دو پیوند P-n $\xrightarrow{BE}$ $\xrightarrow{BC}$

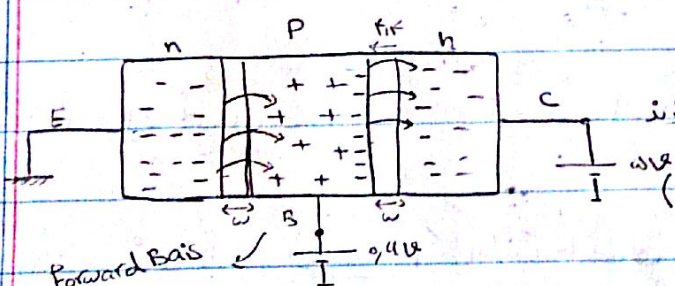
بیاس مستقیم	بیاس مستقیم	→	نامیه اشباع
بیاس مستقیم	بیاس معکوس	→	نامیه فعال
بیاس معکوس	بیاس مستقیم	×	
بیاس معکوس	بیاس معکوس	→	قطع

الکترونها خلاف جهت میدان حرکت می کنند

استرونها به علت پدیده نفوذ وارد نایم Bas می شوند

همه الکترونها وجود نداشته باشند فضای بار (نامیه تخلیه)

وجود دارد



فقط بارهای ثابت در این نایم هستند

باید از ورود الکترونها به مستقیم Bas، دوباره الکترونها وارد نایم Collector می شود باز هم الکترونها دارای

میدان هستند چون هر دو نایم Bas و Collector به منبع ولتاژ وصل اند و میدان میان نایم تخلیه

$$\beta = 4.4 = 5 - 0.4$$

اما مکان است برخی آلترنهای نامی Basis با حفره های موجود در این نامی پیوند شل دهد.

چون پیوند BE Forward Bias است آلترنهایی توان از ناحیه N به P روند

حال بر لبه پیوند BE مقدار زیادی آلترن وجود دارد که از E وارد B شده اند.

آلترنهای Basis می تواند به علت میدان آلترن معکوس حینی قوی در دوسر BC با یوفقیّت به

C روند. در نتیجه C، آلترنهای منتشر شده E را جمع می کند.

تجارب داریم که تمامی آلترنهای از ناحیه E به C برود $(I_C = I_E)$ اما تعدادی از آنها در ناحیه B، زوج می شود و داخل ناحیه P خورده می شوند.

$$I_C = \alpha I_E$$

این روند ادامه یابد دیگر آلترنی وجود ندارد که وارد ناحیه E شود به همین خاطر همیشه از B به ناحیه P تزیق

$$I_E = I_C + I_B$$

انتظار داریم که تمام آلترنهای E وارد C شوند یعنی: $I_C = I_E$

ولی در عمل جریان C $I_C = \alpha I_E$ می باشد زیرا آلترنهایی که از E ~~منتشر می شوند~~

منتشر می شوند با سی از محیط P که آلترن حاملهای حفره دارد بگذرد که ممکن است با حفره های برخورد

کرده و از پس برود.

۴. درصدی از آلتردهای E است که به C می‌رسد، عموماً $\alpha < 1$ است.

در عمل درست داریم تمام آلتردهای E به C برسد. دو کاری توانیم انجام دهیم: ۱. نامۀ Bias را

نازک انتخاب کنیم در واقع می‌ری که آلتردهای E به C برسد کوتاه می‌شود. ۲. ناخالصی مسست E

راحتی خیلی بیشتر از نامۀ C متراپی دهیم.

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$\frac{I_C}{\alpha} = I_C + I_B$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \quad (1)$$

$$I_C \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right) = I_B$$

$$I_C \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) = I_B$$

$$\frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$\text{اگر } \beta = 100 \rightarrow 100 = \frac{\alpha}{1-\alpha} \rightarrow 100 - 100\alpha = \alpha$$

$$100 = 101\alpha \rightarrow \alpha = \frac{100}{101} = 0.99$$

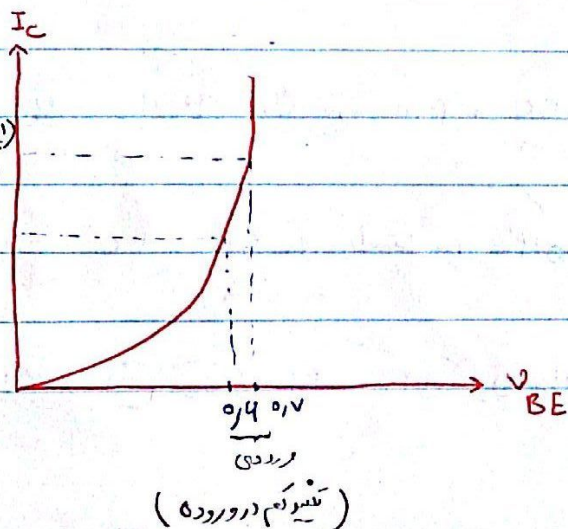
$$I_E = I_{SE} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

$$I_C = \alpha I_E = \alpha I_{SE} e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

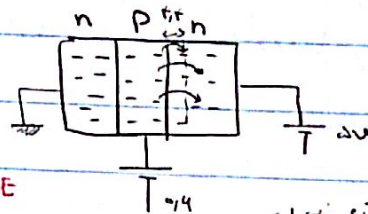
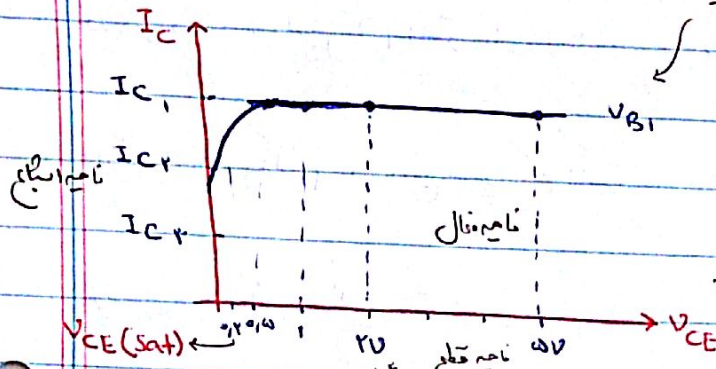
(اینجا تغییر زیاد در خروجی)
خروجی

با تغییر کم در ورودی تغییر زیادی در خروجی پیدا می‌شود



مسئله خروجی ترانزیستور: جریان I_C در مقابل ولتاژ V_{CE}

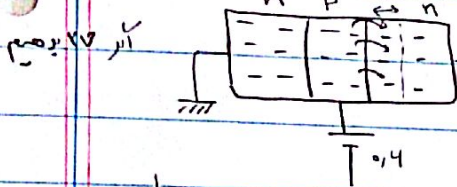
هر چه ولتاژ V_{CE} کم شود توان I_S کم شود و جریان هم کم می شود.



آر ۵۰ اهم

$10k - 5 = 5k$

$10k$ در حالت خالی - ولتاژ خروجی داریم



آر ۱۰ اهم

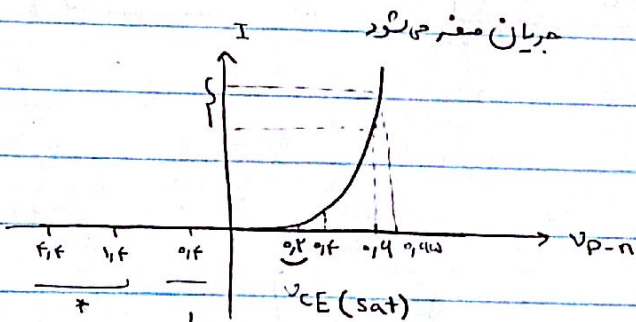
$10k - 10k = 0$
ولتاژ خروجی داریم

جایی که جریان I_C منفی شد

سین آف ندر ولتاژ را پایین می آوریم تا پیوند P-n

Forward Bias تبدیل شود به جداسازی می رود

به مرور ولتاژ را کم می کنیم تا به ۰.۲ می رسیم ولتاژ ۰.۲



آر ولتاژ ۱۰ اهم

برای به دست آوردن شکل I_C نسبت به V_{CE} B را به ۰.۲ و E را زمین و ولتاژ V_{CE}

را به یک منبع متغیر متصل می کنیم. چنانچه ولتاژ V_{CE} برابر با ولتاژ بار پیوند P-n، BC داری

ولتاژ معکوس ۰.۲ است در این حالت ولتاژ P-n، BC، ۰.۲ معکوس است پس تا ۰.۲ استرهای

E، دارد C می شود. حال آر V_{CE} را به ۰.۲ برسانیم ولتاژ BC، ۰.۲ معکوس خواهد شد

* در ساخت ترانزیستور می‌کاری اتفاق می‌دهد که ولتاژ اری بزرگ شود

۴۵

که باز هم الکتردها از ناحیه B به C وارد می‌شوند و جریان دقیقاً همان مقدار قبل خواهد بود.

اثر V_{CE} را به V_{CE} برسانیم و ولتاژ BC، صفر می‌شود که در اینجا بایاس صفر داریم باز هم میدان

باعث می‌شود مقداری الکترون به C برسد و وقتی ولتاژ CE را به ۲۰ می‌رسانیم پیوند BC،

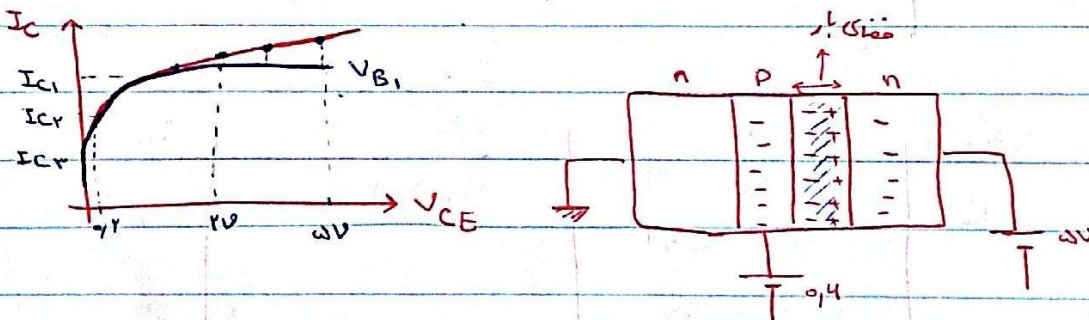
۴۷ خوانده شد که حالت Forward Bias می‌نامیم. این استر دمای ناحیه n به سمت p و حفره‌های p

به سمت n می‌روند و جریان C کم می‌شود. در واقع جریانی که به C می‌رسد به سمت Basis

پس داده می‌شود. هر چه بایاس مستقیم قوی‌تر باشد جریان رسیده به C کمتر است و می‌تواند ترانزیستور

الکی شده است.

* اثر اری: در معنی I_C و V_{CE} در ناحیه فعال خط کاملاً صاف نمی‌باشد و مقدار کمی سبب دارد.



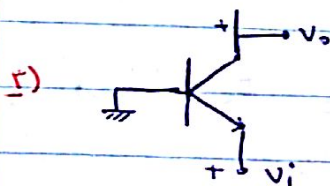
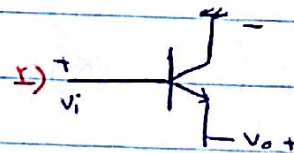
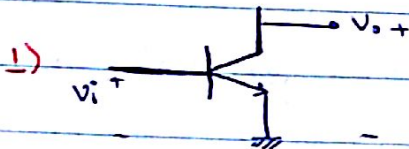
$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A}\right) \rightarrow \text{رابطه حقیقی}$$

$\frac{1}{V_A}$ سبب نندار ولتاژ اری هر چه ولتاژ اری بزرگتر باشد بهتر است چون کسر $\frac{V_{CE}}{V_A}$ کوچک‌تر می‌شود

در ساخت ترانزیستور چه کاری انجام می دهیم و ولتاژ اری بزرگ شود؟

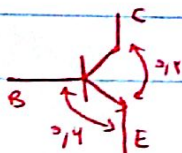
انواع ترانزیستورها: وقتی یک ناحیه خرد می شود یک مقاومت متغیر می شود که باید در جریان ضرب شود و ولتاژ حاصل شود

خروجی	ورودی	
C	B	✓ ۱
E	B	✓ ۲
B	C	
E	C	
C	E	✓ ۳
B	E	



برای ترانزیستورهای گفته شده باید نامهای کاری را برای هر کدام بررسی کنیم

نامیه کاری	فرض	شرط	I_B
فعال	$I_C = \beta I_B$ $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$	$V_{CE} > 0.2$	نامیز
اسیاع	این فرض شده است که اگر ولتاژ ورودی میان ۰.۲ و ۰.۴ است $V_{CE} = 0.2$ $V_{BE} = 0.7$	$I_C < \beta I_B$	$I_B > \frac{I_C}{\beta}$
قطع	$I_C = I_B = I_E = 0$	$V_{BE}, V_{BC} < 0.5$	۰



$$V_{BC} = 0.5 \text{ V} \quad \text{و} \quad V_{CE} = 0.2 \text{ V}$$

$$V_{CB} + V_{BE} = V_{CE}$$

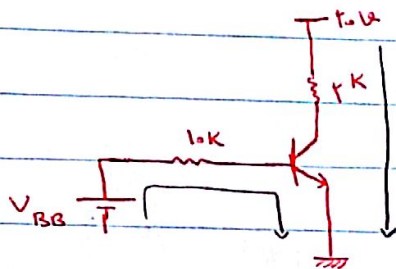
ع/

مثال: در مدار شکل زیر ولتاژ BE برابر با ۰.۷ ولت است و $\beta = 100$ ، I_C و V_{CE} را به ازای

$V_{BB} = 1.5$ معاینه نماید.

ب) اگر V_{BB} را به ۲.۷ ولت افزایش دهیم جریان C و ولتاژ CE چه قدر می شود؟

ج) حداقل مقدار V_{BB} را بدست آورید تا ترانزیستور به اشباع برود؟



وقتی I_C و V_{CE} را بدست می آوریم به تحلیل DC انجام دهیم

الف) حتماً ۲ تا KVL داریم یکی از مسیر B به E و یکی از C به E

$$V_{BB} = 10 I_B + V_{BE}$$

$$1.5 = 10 I_B + 0.7 \rightarrow I_B = \frac{1.5 - 0.7}{10} = \frac{0.8}{10} = 0.08 \text{ mA}$$

$$\text{فرض مثال } I_C = \beta I_B = 100 \times 0.08 \text{ mA} = 8 \text{ mA}$$

$$V_o = R_C I_C + V_{CE}$$

$$V_o = 2K \times 8 \text{ mA} + V_{CE} \rightarrow V_{CE} = 4 > 0.2V$$

$$\text{مثال } \begin{cases} I_C = 8 \text{ mA} \\ V_{CE} = 4 \end{cases}$$

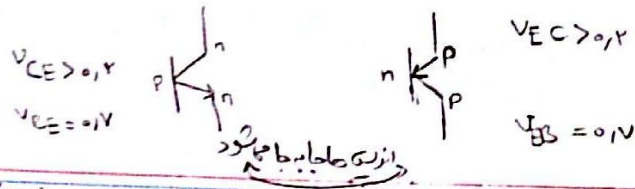
$$V_{CE(\text{sat})} = 0.2$$

$$V_o = 2K I_C + 0.2 \rightarrow I_C = \frac{V_o - 0.2}{2} = \frac{9.8}{2} = 4.9$$

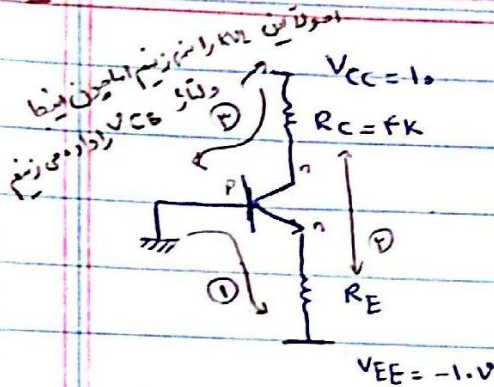
$$I_C < \beta I_B$$

$$4.9 < 100 I_B \rightarrow I_B > \frac{4.9}{100}$$

$$\rightarrow I_C = \alpha I_E \rightarrow I_C = 0.98 \times 1 = 0.98 \text{ mA}$$



* ۴۹



$$V_{BE} = 0.7V$$

$$\alpha = 0.98$$

$$V_{CB} = 0.5V$$

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{0.98}{0.02} \approx 50$$

مثال:

$$KVL \text{ ①: } V_{BE} + R_E I_E + V_{EE} = 0$$

$$0.7V + R_E I_E - 1.0 = 0 \rightarrow$$

$\Rightarrow$ * داریم

$$KVL \text{ ②: } V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E + V_{EE}$$

$$1.0 = 1k I_C + V_{CE} + R_E I_E - 1.0$$

می توانیم مقدار V_{CE} را بدست آوریم:

$$V_{CB} + V_{BE} = V_{CE}$$

$$0.5 + 0.7 = V_{CE}$$

$$\boxed{1.2V = V_{CE}}$$

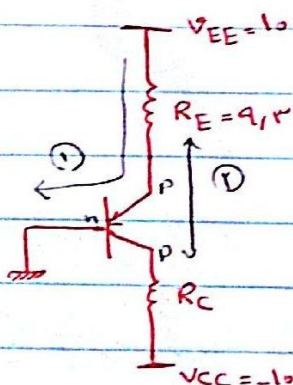
$$KVL \text{ ③: } V_{CC} = R_C I_C + V_{CB}$$

$$1.0 = 1k I_C + 0.5$$

$$I_C = \frac{0.5}{1k} = 0.5mA$$

$$I_C = \alpha I_E \rightarrow I_E = \frac{0.5mA}{0.98} = 0.51mA$$

$$\Rightarrow R_E I_E = 0.51 \rightarrow R_E = \frac{0.51}{0.51mA} = 1k\Omega$$



$$\alpha = 0.98$$

$$R_C = 1k\Omega, V_{EB} = 0.7V$$

فرض مثال

$$\text{① } V_{EE} = R_E I_E + V_{EB}$$

$$1.0 - 0.7 = 1k I_E \rightarrow I_E = 0.3mA$$

$$\rightarrow I_C = \alpha I_E \rightarrow I_C = 0.98 \times 0.3mA = 0.294mA$$

مثال:

س)

⑦

$$V_{EE} = R_E I_E + V_{EC} + R_C I_C + V_{EC}$$

$$10 = 9,1^k \times 1^{mA} + V_{EC} + 11^k \times 0,98^{mA} - 10$$

$$20 = 9,1^k - 10,78 = V_{EC}$$

$$20 = 20,08 = V_{EC}$$

$$V_{EC} = -0,08$$

باید در ناحیه فعال باشد $V_{EC} > 0,2$

اما اینجا $V_{EC} < 0,2$ نیست پس ترانزیستور در ناحیه فعال نیست

⑧

اگر سوال خواسته بود در چه ناحیه ای است باید حالت های دیگر بررسی شود

فرض کنیم

$$V_{EC} = 0,2$$

$$I_B > \frac{I_C}{\beta}$$

چون β در چه رودی باشد ترانزیستور در ناحیه اشباع

$$\alpha = 1$$

باشد $\Rightarrow$ می توانست سوال این باشد $\leftarrow$ قطع این

$$10 = 9,8 \times I_E + 0,2 + 11 I_C - 10 \rightarrow I_C = \frac{19,8}{20,8}$$

ب) $R_C = 4^k$

$$V_{EE} = 0$$

ترانزیستور در چه ناحیه ای کاری کند؟

$$① \quad 0 + R_E I_E + V_{EB} = 0$$

در حالت طی باید V_{EB} و یا V_{BE} باید برابر 0,7 باشد

$$V_{EB} = -R_E I_E$$

که ترانزیستور روشن باشد اما اینجا عددی منفی است پس

به طور کلی ترانزیستور با بار 0 $V_{EE} = 0$ باشد قطع است

⑨

$$V_{BE} = 0,7$$

$$V_{EB} = 0,7$$

$\rightarrow$ شرط روشن بودن ترانزیستور

و

$$V_{BE} \geq V_{EB}$$

$$V_{EB} < 0$$

باشد

ترانزیستور قطع است

طراحی مدارهای بایاس ترانزیستور

محل پنجم:

برای اینکه ترانزیستور رفته واقعی داشته باشد باید در ناحیه فعال کار کند.

⑩

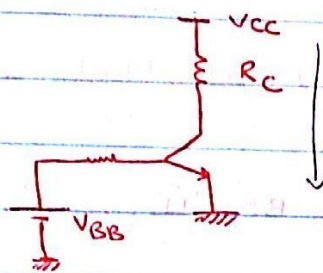
در تمام کاربردهای ترانزیستور رطبی بودن آن مهم می باشد. برای حفظی بودن باید تغییرات ولتاژ و جریان

ترانزیستور در ناحیه فعال مسطح شود. به عبارت دیگر نقطه کار $(I_C \text{ و } V_{CE})$ باید در محل مناسبی

در ناحیه فعال تثبیت گردد. نقطه کار به روشی که منبع AC فراهم می نماید باید حتماً I_C و V_{CE} را داشته باشیم

مداری که به کمک آن منبع DC، ولتاژ و جریان ثابت نقطه کار را در اختیار سیپهای ترانزیستور قرار (B, C, E)

می دهد مدار بایاس نامیده می شود.



مدار خط بار DC

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

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

$$\rightarrow I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$$

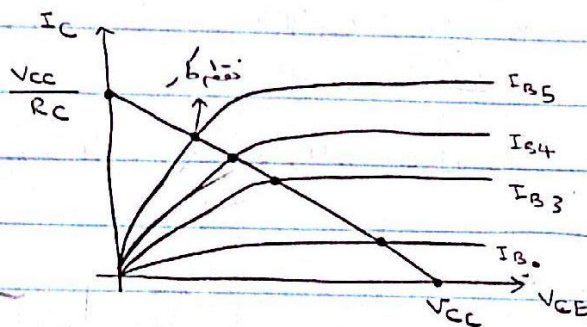
$$\rightarrow V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

تثبیت خط بار DC:

توسعه KVL

در معادله مفردادن به

V_{CE} و I_C

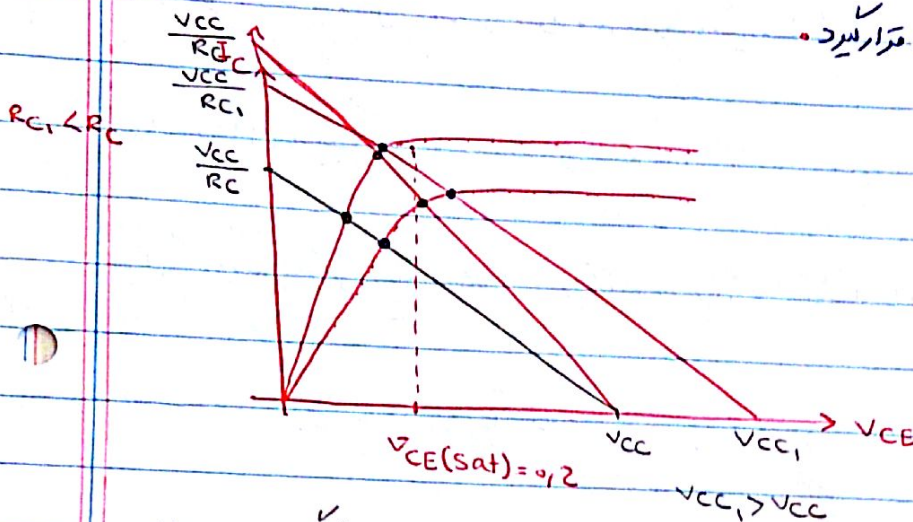


مدار $V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$ مدار خط بار DC است که با رسم این مدار خط بار و خط بار DC نامیده

می شود. برای هر جریان B معلوم نقطه کار از تقاطع این خط با مدار I_C به دست می آید.

بیشترین مقدار I_C همان $\frac{V_{CC}}{R_C}$ است.

باید تمامی نقاط کار در ناحیه فعال باشد اگر در ناحیه اشباع بود باید R_c را کم کنیم تا مقدار $\frac{V_{CC}}{R_c}$



زیاد شود تا نقطه کار در ناحیه فعال قرار گیرد.

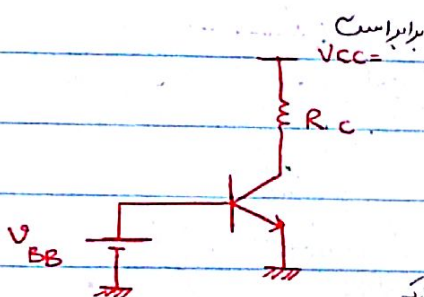
باید V_{CC} را هم تغییر دهیم.

V_T ولتاژ ترمینال
= $\frac{kT}{q}$

روش های بایاس کردن ترانزیستور:

روش - Biasing ترانزیستور: نقطه کار خوب نقطه ای است که باید در باشد و وابسته به عوامل محیطی

مانند دما و مشخصات امان ها از قبیل β و I_S باشد.



$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \rightarrow I_C = I_S e^{\frac{V_{CB}}{V_T}}$$

$V_{BE} = V_{CB}$

$$I_C \uparrow \rightarrow T \uparrow \rightarrow e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \downarrow \rightarrow I_C \downarrow = 0$$

از مقاومت عبور می کند

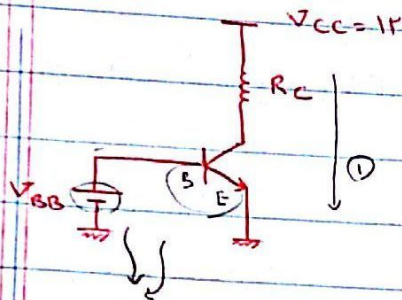
که ما اینجا می بینیم

$$I_C = I_S$$

مدار خوبی نیست چون در منبع ولتاژ داریم بجهت است به جای این از ولتاژ حایک مقاومت و جریان می گذاریم این روش زیاد مطلوب نیست.

۸۰

مثال: مقدار V_{BB} و R_C را بدست آورید. به شرط آنکه $I_C = 1mA$ و $I_S = 100 pA$



$$① V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

در $V_{CE} = 5V$ باشد.

$$12 = R_C \times 1mA + 5$$

است پس در این مثال است

$$R_C = \frac{V}{I} = \frac{7V}{1mA} = 7k\Omega$$

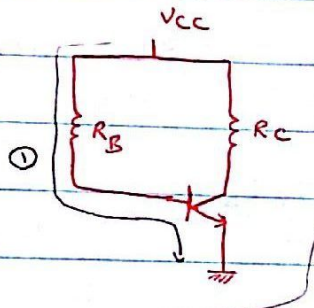
$$V_{BE} = V_{BB} *$$

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} *$$

$$\frac{1 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-12}} = e^{\frac{V_{BB}}{25mV}} \rightarrow 10^7 = e^{\frac{V_{BB}}{25mV}}$$

$$\Rightarrow \ln 10^7 = \frac{V_{BB}}{25mV} \rightarrow 16.12 \times 25mV = V_{BB} = 0.4V$$

۲ روش تعیین جریان I_B : برای تعیین جریان I_B مقاومت R_B را بدست می آوریم.



$$① V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B}$$

اینجا I_B با نسبت داده است

$$I_C = \beta I_B \rightarrow \beta$$

به میزان تغییرات β

بیشتر دارد

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B} \rightarrow \frac{10 - 0.4}{9k\Omega} = \frac{9.6}{9k\Omega} = 0.001mA$$

تغییرات زیادی اینجا در I_B

$$\frac{10 - 0.7}{9k\Omega} = \frac{9.3}{9k\Omega} = 0.00103mA$$

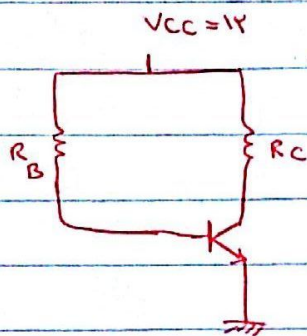
ایجاد می شود

$$I_C = \beta I_B \rightarrow I_C = 1mA$$

$$I_C = 1mA$$

با تغییر V_{BE} تغییر زیادی در I_B و I_C نخواهیم داشت و بی این مدار وابسته شدیدی به پارامتر

β خواهد داشت زیرا: $I_C = \beta I_B$. β بستگی دارد. $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$ که بستگی به خود دستگاه دارد و این شرایط خوبی نیست که β تحت تأثیر دستگاه است



مثال: طراحی مدار: ← سینه مطابق مقاومت (هر مقاومتی در مدار)

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE}$$

$$12 = R_B \frac{I_C}{\beta} + 0.7$$

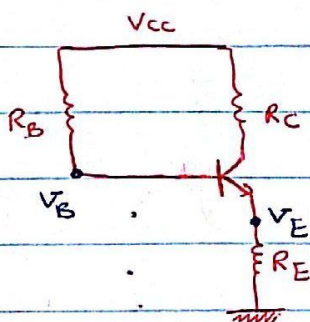
$$11.3 = R_B \cdot 0.1 \text{ mA}$$

$$R_B = \frac{11.3}{0.1 \text{ mA}} = 113 \text{ k}\Omega = 1.13 \text{ M}\Omega$$

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

$$12 = R_C \cdot 1 \text{ mA} + 8 \rightarrow R_C = 4 \text{ k}\Omega$$

۳- تنظیم ولتاژ BE :



$$V_B = V_{CC} - R_B I_B$$

$$V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = I_C$$

$$\beta I_B = I_C$$

در حالت قبل داشتیم

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE}$$

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

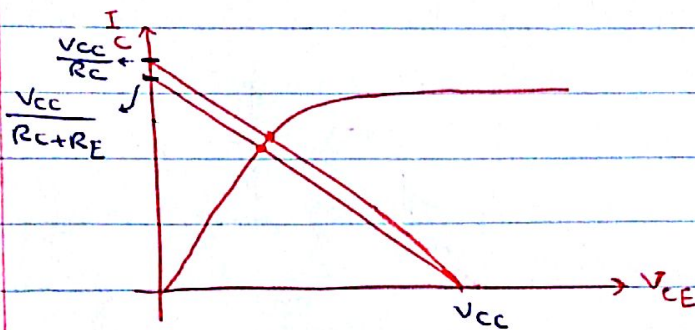
$$I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC}$$

$$V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

در این مدار $V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} I_C = 0 \rightarrow V_{CE} = V_{CC} \\ V_{CE} = 0 \rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} \end{array} \right.$$



در این نوع بایاس یک مقاومت در E، اضافه می‌کنیم تا اثر I_B کم شود.

$$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E \quad I_E = \beta I_B$$

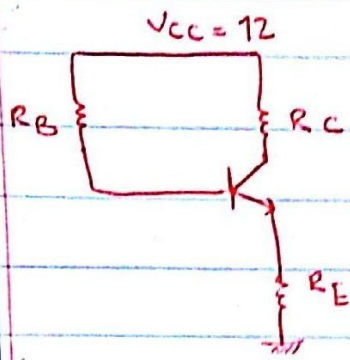
R_E بدون $\rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$

R_E با $\rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_E \beta}$ کل کسبیت به کرباری افزایش می‌یابد

در تنظیم وابستگی به β در این مدار کمتر از مدار قبل است، ولی از I_B هنوز هم صرف نظر

کرد.

مثال: باترم به اینده $I_C = 1 \text{ mA}$ و $V_{CE} = 5 \text{ V}$ و $\beta = 100$ یک مدار طراحی کنید.



اینجا V_{CE} داریم

$$\textcircled{1} \quad V_{CE} = R_E I_E + 0.7 + R_E I_E \quad \beta I_B$$

$$V_{CE} = R_E \times 0.1 + 0.7 + R_E \times 1 \text{ mA}$$

$$11.2 = (R_E + 0.1 R_B)$$

$$I_E = \frac{I_C}{\beta}$$

$$I_B = \frac{1 \text{ mA}}{100} = 0.01 \text{ mA}$$

$$\textcircled{1} \quad V_{CE} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$V_{CE} = R_C \cdot 1 \text{ mA} + 0.7 + R_E \times 1 \text{ mA}$$

$$R_C + R_E = V$$

با حل KVL ما ۲ معادله داریم و ۳ مجهول
باید اینجا از یک فرض مهندسی استفاده کنیم
فرض مهندسی $V_E = ?$
ولی مورد داده شده باید مورد خاصی داشته باشد

$$V_E = 0.5 \text{ V} \rightarrow V_B = 1.2 \text{ V}$$

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{0.5}{1 \text{ mA}} = 0.5 \text{ k}\Omega$$

درست بودن
برای استات مقدار نداشت
مقدور V_E

$$I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_E} = \frac{1.2 - 0.7}{0.5 \text{ k}} = \frac{0.5}{0.5} = 1 \text{ mA}$$

فرض مهندسی: با سیتی مقدار V_E را حدوداً ۲ تا ۳ برابر V_{BE} در نظر بگیریم. سیتی عددی بین ۱ تا ۲ و ۳

$$V_E = 2 \text{ V} \rightarrow V_B = 2.7 \text{ V}$$

$$R_E = \frac{2}{1 \text{ mA}} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$I_E = \frac{2.7 - 0.7}{2} = 1 \text{ mA}$$

حال باید مقدار R_C و R_B را به دست آوریم

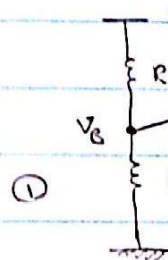
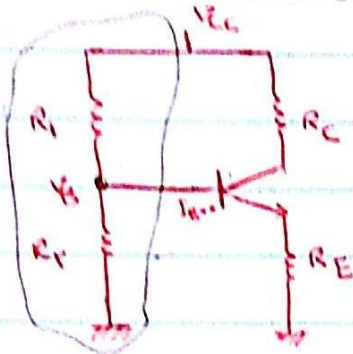
$$R_C + R_E = V \rightarrow R_C = V - 2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$11.2 = (R_E + 0.1 R_B) \rightarrow 11.2 = 2 + 0.1 R_B$$

$$9.2 = 0.1 R_B$$

$$R_B = 92 \text{ k}\Omega$$

۳ مدار سلف بایاس یا تثبیت جریان کلکتور: بهترین نوع بایاس شدن

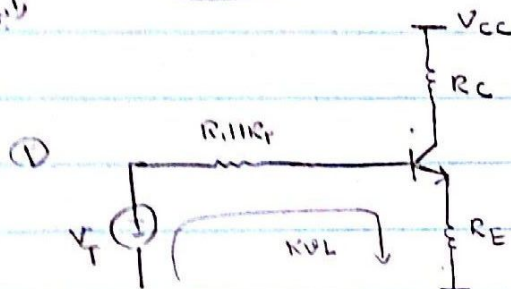


وقتی I_B قابل صرف نظر
 جریان مثبت $I_B \neq 0$

$$R_T = R_1 \parallel R_2$$

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

مدل تونلینگ مثبت
 را به مدار وصل می‌کنیم



$$V_T = R_T I_B + V_{BE} + R_E I_E$$

$$V_T - V_{BE} = R_T \cdot \frac{I_E}{\beta} + R_E I_E$$

لحظه بزرگتر در استرین یعنی $R_E \gg \frac{R_T}{\beta}$ و برابر

$$R_E = 10 \cdot \frac{R_T}{\beta}$$

$$I = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}, \quad I \gg 10 I_B$$

لحظه وقتی این شرایط برقرار است
 $I_B = 0$ است

وقتی I_B قابل صرف نظر کردن باشد $I_B = 0$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC}, \quad V_B - V_{BE} = V_E$$

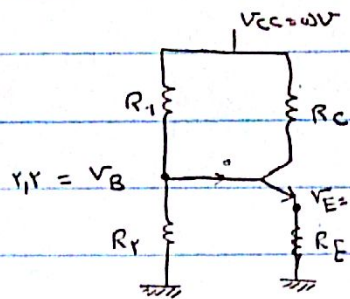
$$\frac{V_E}{R_E} = I_E = I_C$$

برای تر و مادی 10 برابر

در این توانها برای اول شرط $R_E = 10 \cdot \frac{R_T}{\beta}$ بررسی شود اگر برقرار بود می‌توان از I_B صرف نظر کرد

در غیر این صورت باید از مدل تونلینگ برای

مثال: معایط طراحی کنید که بهترین حالت Baising را داشته باشد با مقدار $I_C = 1mA$ و $V_{CC} = 5V$



فرض می‌کنیم $V_E = 1.5V$

$$R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{1.5}{1mA} = 1.5k\Omega$$

$$V_B = V_{BE} + V_E$$

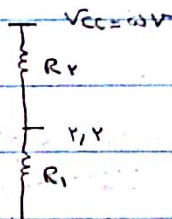
$$V_B = 0.7V + 1.5V = 2.2V$$

$\beta = 100$

اگر جریان $I_B = 0$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{CC} \rightarrow V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 5V$$

فرض $I = 10 I_B$



$$I = \frac{V_{CC} - V_B}{R_1} = \frac{5 - 2.2}{R_1} = \frac{2.8}{R_1}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1mA}{100} = 0.01mA$$

$$I = 10 I_B$$

$$\frac{2.8}{R_1} = 10 \times 0.01mA = 0.1mA$$

$$R_1 = \frac{2.8}{0.1mA} = 28k\Omega$$

$$I_1 = \frac{V_B}{R_2} \rightarrow 0.1mA = \frac{2.2}{R_2} \rightarrow R_2 = 22k\Omega$$

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

چون جمع R_1 و R_2 باید برابر V_{CC} باشد

فرکانس ورودی = فرکانس خروجی

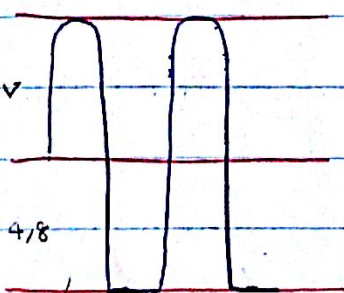
تا اینجا مقادیر R_1 ، R_2 و R_E بدست آمد

برای بدست آوردن مقادیر R_C دو پارامتر مهم اند $\rightarrow$ ضریب تقویت (گین) و پهنای باند

12V قطع

تایمینگ

مثال $V_B = 5V$



2.0V

این سیگنال به بایس دهنده است چون فاصله 4/8 است
باید در زمین موج قطع می‌شود noise داریم که

در کتر می‌شود

swing : مالزیم تغییرات خروجی :

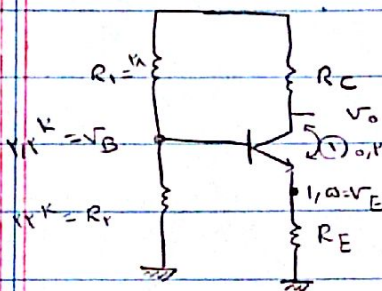
swing در واقع تغییرات ولتاژ خروجی می باشد یعنی اگر به مدار خود یک موج ac وارد کنیم

توانیم در خروجی یک سیگنال ac دریافت نماییم که هیچ گونه سلسی یا قداخلی در آن وجود نداشته

باشد ، به عبارتی خروجی بریده نشده باشد .

برای بدست آوردن max و swing یکبار ترانزیستور را در قطع بار دیگر در اسباع و یکبار در ناحیه فعال

قرار می دهیم کمترین فاصله بین این ۳ مقدار را . max swing می گیریم .



در حالت اسباع
خارجی

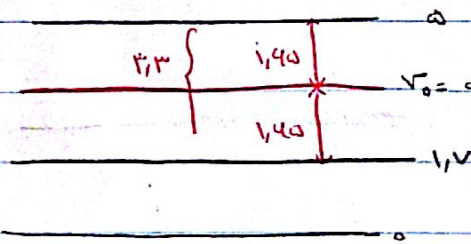
$$V_o = R_E I_E + V_{CE(sat)}$$

$$V_o = 1.5 + 0.2 = 1.7 \text{ V}$$

از این می توانیم ۱.۷ بدست آوریم

در حالت قطع $I_B = I_C = I_E = 0$

$$V_o = V_{CC} - R_C I_C = V_{CC} = 5 \text{ V}$$



مالزیم swing یعنی موج یک اندازه $V_o = 5 - 1.45 = 3.25$

بالا و پایین برو

باید مقدار خروجی در ناحیه فعال بین

ناحیه قطع و اسباع باشد

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_o}{I_C} = \frac{5 - 3.25}{1 \text{ mA}} = \frac{1.75}{1 \text{ mA}} = 1.75 \text{ k}\Omega$$

مثال $I_C = I_B \beta$ $V_{CE} > 0.2$ قطع

اسیاع $V_{CE(sat)} = 0.2$ $I_B > \frac{I_C}{\beta}$

رابطه‌های قطع و وصل ترانزیستور و از کتاب خودمون بخونیم

مسئله: در مدار شکل زیر ترانزیستور دارای $\beta = 9$ و $V_{BE} = 0.7$ است:

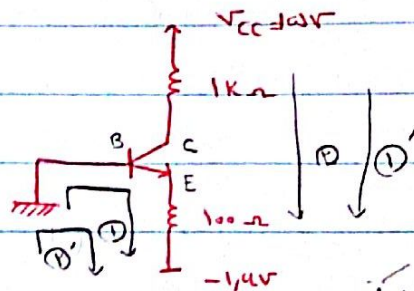
الف) مقادیر جریان I_C و I_E و I_B و ولتاژ V_{CE} را بیابید.

ب) به ازای $V_{CC} = 5$ مقادیر بالا را بدست آورید.

ج) به ازای $V_{CC} = 5$ چه مقداری از V_{EE} ترانزیستور را در سبب اسیاع قرار می‌دهد؟

$V_{BE(sat)} = 0.7$

$V_{CE(sat)} = 0.2$



باید از سبب اسیاعها شروع کنیم

اول یک تهره از فعال شروع کنیم

KVL:

الف) ① $V_{BE} + 100 I_E - 1.4 = 0$

فرض فعال: $0.7 + 100 \times I_E - 1.4 = 0 \rightarrow 0.7 - 1.4 = -100 I_E \Rightarrow 0.7 = 100 I_E$

$I_E = \frac{0.7}{100} = 0.007 \text{ A} = 7 \text{ mA}$

$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ و $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$

$I_C = \alpha I_E = 0.9 \times 7 \text{ mA} = 6.3 \text{ mA}$

$I_C = \beta I_B = 6.3 \text{ mA} = 9 I_B \rightarrow I_B = \frac{6.3}{9} = 0.7 \text{ mA}$

مقادیر I_C را بدست آوردیم باید حالا ببینیم که در شرایط فعال صدق می‌کنند یا نه $V_{CE} > 0.2$

در ناحیه فعال اول باید KVL ① و بعد ② را بنویسیم. اما در ناحیه اسیاع اول باید KVL ① را بنویسیم

KVL: $5 = 1^k I_C + V_{CE} + 100 I_E - 1.4$

$14.4 - 6.3 - 0.7 = V_{CE}$

$V_{CE} = 7.4 > 0.2$ ✓

پس ترانزیستور در ناحیه فعال است.

در حالت اسیاع و فعال I_B برابر است. مگر این که در صورت یوال مقدار V_{BE} را داده باشند مثل مسأله ج

که $V_{BE(sat)} = 0.7$ را داده.

ب) $V_{CC} = 5V$ $\beta = 9$ و $\alpha = 0.9$

مثال: $0.7 + 100 I_E - 1.4 = 0 \rightarrow I_E = 9 \text{ mA}$

$I_C = \beta I_B$ $I_C = \alpha I_E = 8.1 \text{ mA}$

$I_C = \alpha I_E$ $I_B = \frac{8.1}{9} = 0.9 \text{ mA}$

KVL: ⑤ $5 = 1^k \times 8.1 \text{ mA} + V_{CE} + 100 \times 9 \text{ mA} - 1.4$

$4.4 = 8.1 - 0.9 = V_{CE} \rightarrow V_{CE} = -1.4 \times 0.2$ ب) مثال ۲

موضع اشیاء: $V_{CC} = 1^k I_C + V_{BE(sat)} + 100 \frac{I_C}{\alpha} - 1.4$

$5 + 1.4 - 0.2 = I_C (1^k + \frac{0.1^k}{0.9})$

$4.4 = I_C (1.1^k) \rightarrow I_C = \frac{4.4}{1.1^k} = 4.01 \text{ mA}$

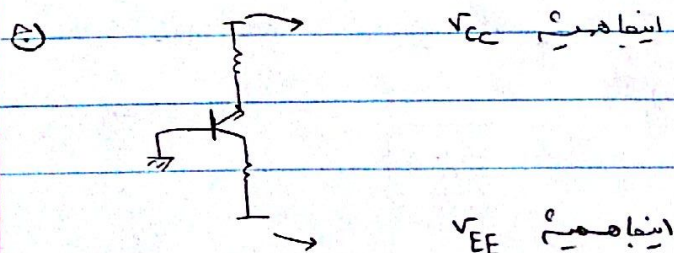
در حالت اشباع برای معادله $I_E = I_B + I_C$

از این معادله $\frac{4.01}{0.9} = 4.01 + I_B \rightarrow 4.45 = 4.01 + I_B$

$I_B = 0.44 \text{ mA}$

چون در حالت اشباع است $I_B > \frac{0.4}{9} = 0.044 \rightarrow 0.44 > 0.044$ ✓

اشیاء $\begin{cases} I_C = 4.01 \\ I_E = 4.45 \\ I_B = 0.44 \end{cases}$, $V_{CE} = 0.2$



$V_{EE} = ?$

چون مقدار V_{EE} جزء بی فولتا ملاصق $(+)$ می باشد

$$0 = 1K I_C + 0.1 + 0.1K \frac{I_C}{0.9} (+) V_{EE}$$

$$F_{1A} = I_C (1.11K) \rightarrow V_{EE} \rightarrow I_C = \frac{F_{1A} - V_{EE}}{1.11}$$

$$I_C = I_E + I_B$$

$$I_B = \frac{F_{1A} - V_{EE}}{1.11 \times 0.9} - \frac{F_{1A} - V_{EE}}{1.11K} = \frac{F_{1A} - V_{EE}}{1.11} \left(\frac{1}{0.9} - 1 \right) = \frac{V_{EE} - F_{1A}}{11.1}$$

$$\frac{F_{1A} - V_{EE}}{1.11} < \frac{V_{EE} - F_{1A}}{11.1} \Rightarrow$$

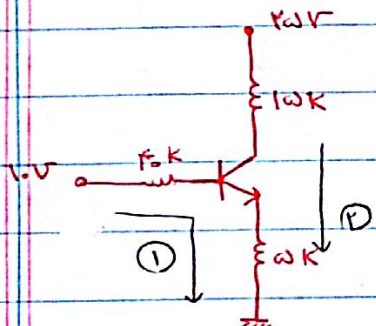
$$F_{1A} - V_{EE} < 0.9$$

مثال: حد مدار شکل زیر $\beta = 50$ می باشد و ولتاژ $V_{BE} = 0.7V$ و $V_{BE(sat)} = 0.8V$ می باشد.

الف) نقطه کار ترانزیستور را بدست آورید. و نتیجه آن را تعیین کنید.

ب) مقدار R_{TH} را طوری تعیین دهید که ترانزیستور از ناحیه قبلی خود خارج شود.

ج) سب (ب) را با تغییر مقدار R_E انجام دهید.



الف) نقطه کار بیگانه I_C و V_{CE}
 بدین شکل DC

$$\alpha = \frac{50}{51} = 0.98$$

$$10 = F_0 I_B + V_{BE} + \alpha I_E \quad I_C = \beta I_B = 50 I_B$$

$$9.3 = F_0 I_B + 5(1 + 50) I_B \quad I_C = \alpha I_E = 0.98 I_E$$

$$I_B = \frac{9.3}{295K} = 0.031mA = 31\mu A$$

$$I_C = \beta I_B$$

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

نتیجه

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 31 \mu A = 1550 \mu A = 1.55 mA$$

$$KVL: \textcircled{P} : V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E$$

$$V_{CC} = 15 \times 1.55 mA + V_{CE} + 5K(51) \times 31 \mu A$$

$$V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C - V_{BE} = 15 - 7.75 - 0.7 = 6.55 > 0.2 \quad \checkmark \quad \text{فرض اشباع برقرار شود}$$

چون ۲ تا مجهول داریم باید KVL دیگری رو هم بنویسیم بعد دستگاه حل کنیم

$$KVL: \textcircled{Q} : 15 = R_C I_B + 0.7 + 5 I_E$$

$$KVL: V_{CC} = 15 = 15 I_C + 0.7 + 5 I_E$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$24.7 = 20 I_E - 15 I_B$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 40 I_B + 5 I_E = 9.7 \\ -15 I_B + 20 I_E = 24.7 \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$I_B = 0.104 mA$$

$$I_E = 1.3 mA$$

$$I_C = 1.3 - 0.104 = 1.196 mA$$

$$\text{شرط اشباع} \quad I_C < \beta I_B \rightarrow 1.196 < 50 \times 0.104$$

$$1.196 < 5.2 \quad \checkmark \quad \text{پس شرط اشباع برقرار است}$$

* و قه * V_{CE} را خداده باشند مقدار V_{CE} در تقریبی بیسیم *

ب) باید از حالت اشباع بیرون آمده و به حالت فعال بیسیم

$$\text{در فعال داریم} \quad V_{CE} > 0.2 \quad \text{و} \quad I_C = \beta I_B$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C \quad \text{و} \quad V_C - V_E > 0.2$$

$$V_{CC} - I_C R_C - R_E \left(\frac{I_C}{\alpha} \right) > 0$$

اینجا ۲ تا مجهول داریم I_C و R_E باید یک KVL بنویسیم I_B رو به دست بیاریم که از رابطه $I_C = \beta I_B$

I_C را به دست آوریم

$$KVL: 10 = F \cdot I_B + \sqrt{V_{BE}} + R_E I_E$$

$$9.3 = F \cdot I_B + R_E (1 + \beta) I_B$$

$$I_B = \frac{9.3}{F + 51 R_E} \quad , \quad I_C = \frac{475}{F + 51 R_E}$$

طراحی می کنیم

$$15 - 15 I_C - R_E \frac{I_C}{\alpha} > 0.2 \rightarrow 24.8 > I_C \left(15 + \frac{R_E}{0.98} \right)$$

$$\rightarrow 24.8 > \frac{445}{F + 51 R_E} \left(15 + \frac{1 R_E}{0.98} \right) \Rightarrow$$

$$24.8 (F + 51 R_E) > 445 (15 + 1.02 R_E)$$

چون $\alpha = 1$ در تقریبی نزدیک است α را داد نباید تغییر می دهیم وی آن خودمان

$\alpha = 0.98 \approx 1$ برای دست آوردن، توانیم نزدیک کنیم

تحلیل AC ترانزیستور: تقویت کننده های ترانزیستوری:

از ترانزیستور می توان به عنوان یک تقویت کننده استفاده نمود چرا که تغییر کوچکی در ولتاژ V_{BE} تغییر

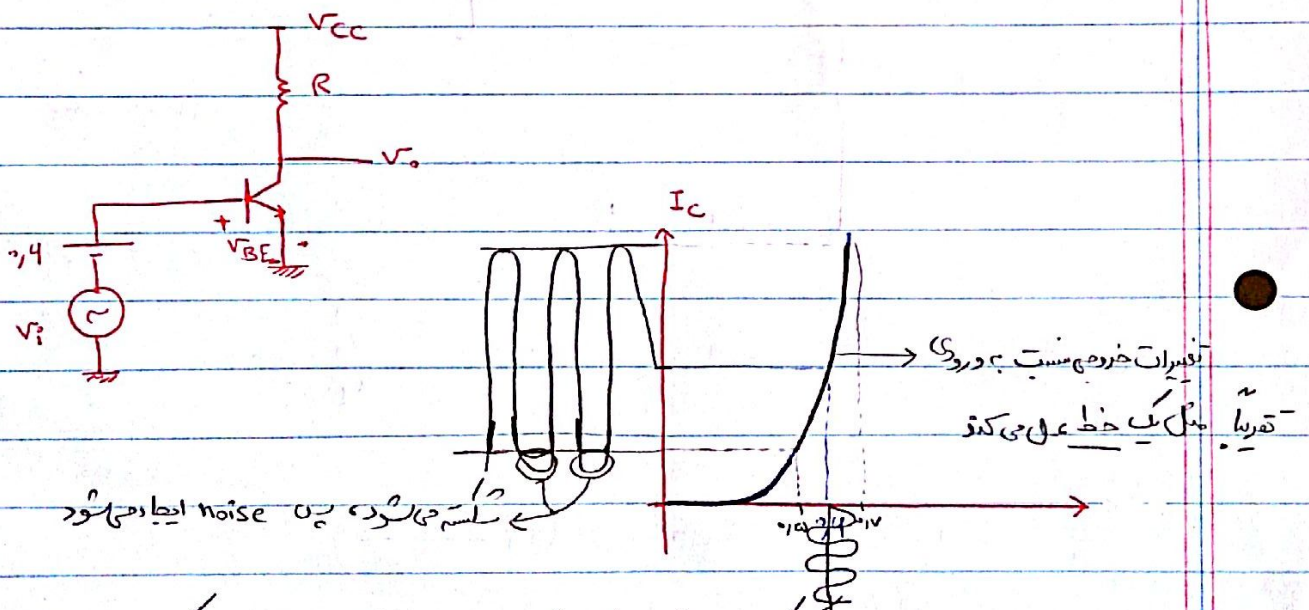
زیادی در جریان I_C ایجاد خواهد کرد. اگر مقاومت بار R قرار دهیم جریان از مقاومت عبور کرده

و ولتاژی در در خروجی ایجاد می نماید. ۳ نوع تقویت کننده توسط ترانزیستور طراحی می شود:

۱- مشترک E که ورودی به B و خروجی از C گرفته می شود.

۲- مشترک C که ورودی به B و خروجی از E گرفته می شود.

۳- مشترک B که ورودی به E و خروجی از C گرفته می شود.



اگر ورودی را به ازای I_C یا عددی کوچک افزایش و یا کاهش دهیم خروجی تغییرات زیادی می کند به خاطر همین به عنوان تقویت کننده همان مقیاس ورودی سینوسی یا کسینوسی است.

برای اینکه مدار درست عمل نماید ولتاژ ورودی باید از سطحی برخوردار باشد تا در دامنه خاص ترانزیستور

به صورت خط عمل بنوده و تقویت کننده بدون سلسه در خروجی ظاهر می شود.

چنانچه ورودی از حد مجاز بالاتر رود با اینکه تقویت کننده داریم ولی سلسه در خروجی خواهیم

داشت که این درست نمی باشد. برای بدست آوردن محدودیت V_{in} داریم:

$$V_{BE} = \sqrt{V_{BE DC}^2 + V_{BE ac}^2}$$

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE DC} + V_{BE ac}}{V_T}} = I_S e^{\frac{V_{BE ac}}{V_T}} \cdot e^{\frac{V_{BE DC}}{V_T}}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{C DC} &= I_{CQ} \\ V_{CE DC} &= V_{CEQ} \end{aligned} \right\} \text{جریان نقطه کار}$$

$$\left. \begin{aligned} e^x &= 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \\ x &\ll 1 \quad \text{اگر} \quad \rightarrow e^x = 1 + x \end{aligned} \right\}$$

$$I_C = I_{CQ} e^{\frac{V_{BE ac}}{V_T}} \approx I_{CQ} \left(1 + \frac{V_{BE ac}}{V_T} + \frac{V_{BE ac}^2}{2! V_T^2} + \dots \right)$$

$$\frac{V_{BE ac}}{V_T} \ll 1 \Rightarrow I_C = I_{CQ} \left(1 + \frac{V_{BE ac}}{V_T} \right)$$

$$\boxed{V_{in} < V_T} \rightarrow \text{Small Signal}$$

این شرط به نام شرط سیگنال کوچک یا Small Signal معروف می شود که برای تقویت کننده های این درس لازم

✓

۱۴

و اجباری است.

نسب خط نمودار قبل پارامتر مهم به نام g_m می باشد که برابر است با:

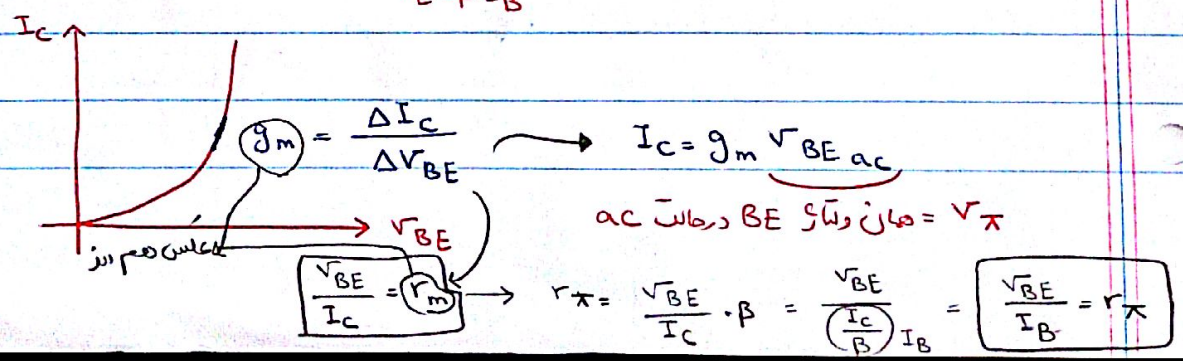
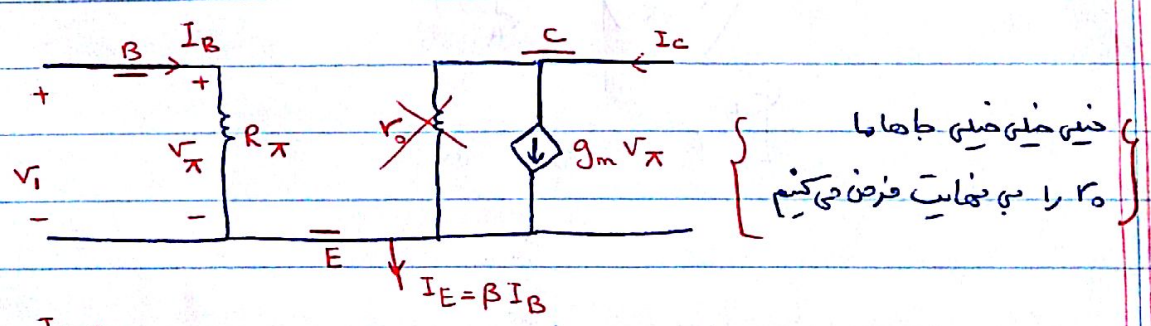
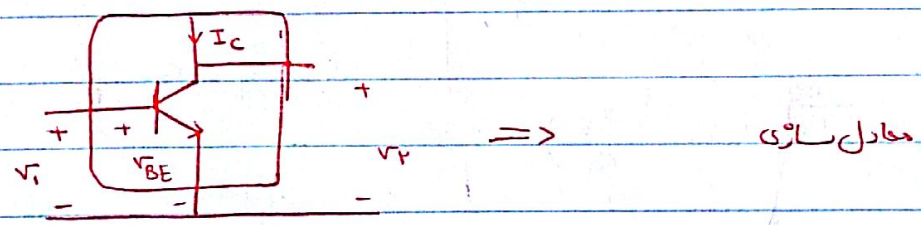
$$g_m = \frac{\Delta I_c}{\Delta V_{BE}}$$

$\frac{V}{I}$	$\frac{I}{V}$	$\frac{V}{V}$	$\frac{I}{I}$
Z	Y	G	H
دول	ادستاین	مدول G	هیرید

توان سیگنال و توانی که از ناحیه خط در آمد می توان آن را به صورت ۱ قطبی مناسب داد چهار پارامتر

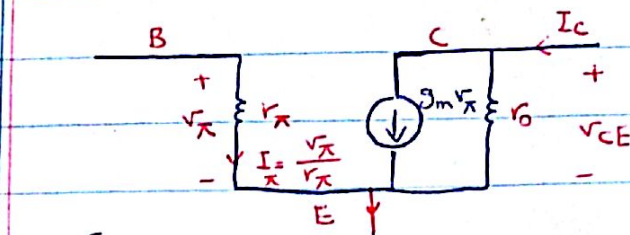
مهم در دو قطبی عبارت اند از: ۱ اثر ورودی روی خروجی که به آن gain (نین) گفته می شود.

۲ اثر خروجی روی ورودی که مهم می باشد ۳ مقاومت ورودی ۴ مقاومت خروجی



$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \rightarrow g_m = \frac{1}{V_T} \underbrace{I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}}_{I_C} = \frac{I_C}{V_T}$$

مدل نهایی قطبی ترانزیستور:



$$g_m = \frac{I_C}{V_T}$$

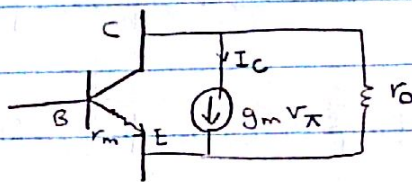
$$r_{\pi} = \beta r_m$$

$$r_m = \frac{1}{g_m}$$

ولتاژ باربی

$$r_o = \frac{V_A}{I_C}$$

$$r_m = \frac{V_T}{I_C}$$



r_m ولتاژ باربی E وجود دارد
بین C و E یک منبع جریان

$$r_o = \frac{V_A}{I_C}$$

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right)$$

$$\frac{1}{r_o} = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} \left(\frac{1}{V_A} \right) = \frac{I_{CQ}}{V_A}$$

$$r_o = \frac{V_{CE}}{I_C} \quad \frac{1}{r_o} = \frac{dI_C}{dV_{CE}}$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_{in}}$$

$$R_{in}$$

$$R_o$$

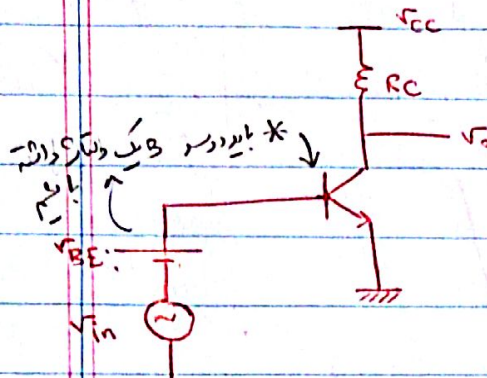
۱
۲
۳

۱. تحلیل ac

در مثال های زیر می خواهیم مقدار $\frac{v_o}{v_{in}}$

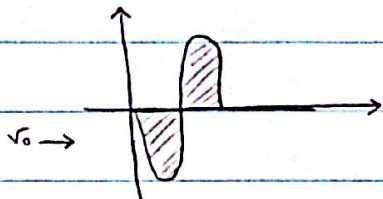
مقدار R_o و R_{in} را بدست آوریم.

تقویت کننده امپدانس مشترک: طلقور خروجی (C)



روسی اول: زمانی تحلیل ac رو انجام می دهیم که تقویت کننده باشد و باید هم ترانزیستور را در حالت فعال باشد و باید این شود پس از آن می توان ترانزیستور را به یک تقویت کننده تبدیل کرد.

در تقویت کننده امپدانس مشترک علاوه بر تقویت کننده معکوس کننده نیز انجام می شود. یعنی علاوه بر تقویت



کننده یک معکوس کننده هم ساختم.

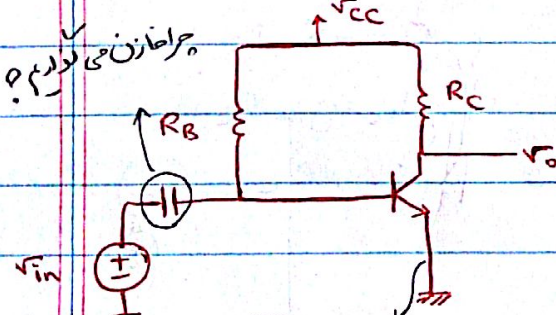
$$v_{BE} \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow v_o \downarrow$$

به این خاطر می نویسیم معکوس کننده هم دارد

$$I_C = I_{sc} \frac{v_{BE ac}}{V_T}$$

$$v_o = V_{CC} - R_C I_C = \downarrow$$

این روسی باید اینست درست نیست چون وقتی جریان در مدار است اگر ما ایجاد می کنه و باید ایجاد جریان در کار و نتایج تفسیری کنه که روسی خوبی نیست.



در تحلیل DC

$$X_C = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow X_C = \infty$$

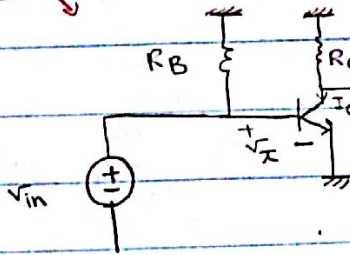
یعنی می گذرد

نکته: اگر اینجایی مقادیر $v_{in} \neq v_{in}$ نیست و مقدار $\frac{v_o}{v_{in}}$ بدست می آید

از مدل پای استفاده کردیم
 و به شکل مدل پای را کشیدیم

مدل AC

سختی AC مدار



$$X_C = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow X_C = 0$$

در مقابل AC ← خازن اتصال کوتاه

لا منابع DC حذف

V_{CC} حذف و زمین می شود

$$v_{\pi} = v_{in}$$

$$v_{\pi} = v_{in}$$

$$I_C = g_m v_{\pi} = g_m v_{in}$$

$$v_o = -R_C I_C = -R_C g_m v_{in}$$

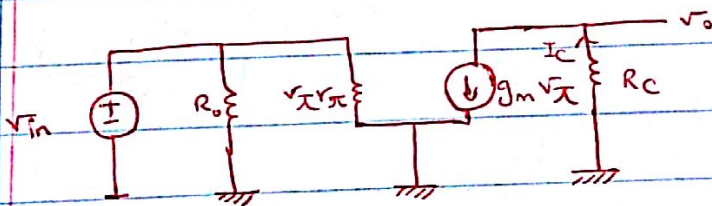
$$\frac{v_o}{v_{in}} = -R_C g_m$$

این حاصل در آمپتر مشترک

مدل پای

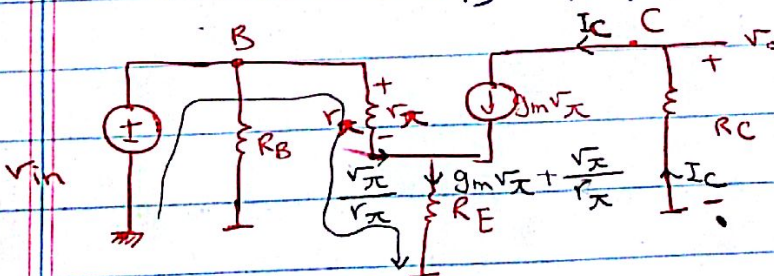
اینجا از شکل مدل پای استفاده کردیم ←

که جواب همان جواب بالایی است



نکته: صفت قبل

من خواهم وجود R_E را در مدار بکنم مدل پای ایجاب نمی کند



$$v_o = -R_C I_C$$

$$I_C = g_m v_{\pi}$$

$$v_o = -R_C g_m v_{\pi}$$

①

$$v_{in} = v_{\pi} + R_E \left(g_m v_{\pi} + \frac{v_{\pi}}{r_{\pi}} \right)$$

$$v_{in} = v_{\pi} \left(1 + g_m R_E + \frac{R_E}{r_{\pi}} \right)$$

$$\textcircled{v_{\pi}} = \frac{v_{in}}{1 + g_m R_E + \frac{R_E}{r_{\pi}}} \quad \textcircled{v}$$

① → ②

$$v_o = -R_C g_m \frac{v_{in}}{1 + g_m R_E + \frac{R_E}{r_{\pi}}}$$

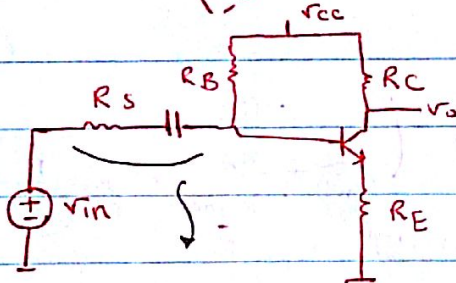
$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = \frac{-R_C}{\frac{1}{g_m} + R_E + \frac{R_E}{r_{\pi} g_m} \rightarrow \beta}$$

$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{-R_C}{r_m + R_E + \frac{R_E}{\beta}}$$

→

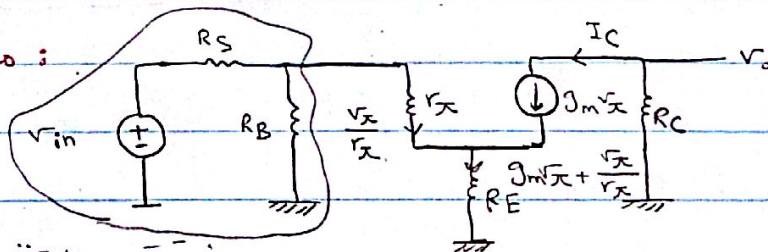
$$\boxed{\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{-R_C}{R_E + r_m}}$$

صرف نظری می بینیم



برای این مدار می خواهیم مدل ac دیسی /
رابطه بنویسیم

مدل دیسی :



رابطه ی این قسمت معادلاتی می نذاریم / یک معادله ی

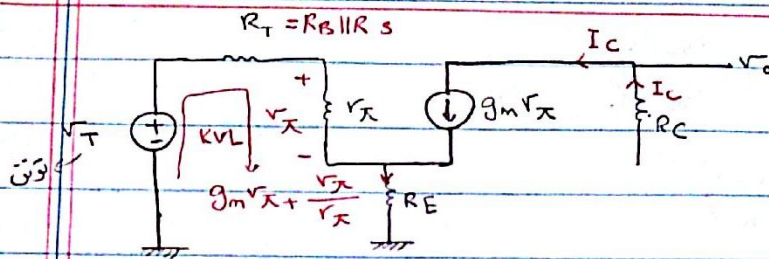
$$v_o = -R_C I_c$$

$$I_c = g_m v_{\pi}$$

$$\rightarrow v_o = -R_C g_m v_{\pi}$$

$$R_T = R_B \parallel R_C$$

$$v_T = \frac{R_B}{R_B + R_S} \cdot v_{in}$$



برای v_{π} به دست می آوریم

$$v_T = R_T \frac{v_{\pi}}{r_{\pi}} + v_{\pi} + R_E \left(\frac{v_{\pi}}{r_{\pi}} + g_m v_{\pi} \right)$$

$$v_T = v_{\pi} \left(\frac{R_T}{r_{\pi}} + 1 + \frac{R_E}{r_{\pi}} + g_m R_E \right)$$

$$v_{\pi} = \frac{v_T}{\frac{R_T}{r_{\pi}} + 1 + \frac{R_E}{r_{\pi}} + g_m R_E}$$

پایله‌اری در $v_o = -R_C g_m v_{\pi}$

$$v_o = -R_C g_m \left(\frac{v_T}{1 + \frac{R_E}{r_{\pi}} + R_E g_m + \frac{R_T}{r_{\pi}}} \right) = \left(\frac{-R_C}{\frac{1}{g_m} + \frac{R_E}{\cancel{v_{\pi} g_m}} + R_E + \frac{R_T}{\cancel{v_{\pi} g_m}}} \right) v_T$$

صرف تقریبی کنیم

$$v_o = \frac{-R_C}{R_E + r_{\pi} + \frac{R_T}{\beta}} v_T \quad \Rightarrow \quad \frac{v_o}{v_T} = \frac{-R_C}{R_E + \frac{r_{\pi}}{\beta} + \frac{R_T}{\beta}}$$

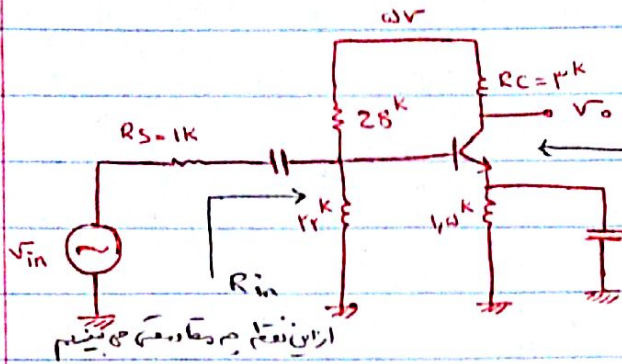
۱. اوتیور R_S و R_E نباشد
 ۲. زفانی که در مدار R_S باشد
 ۳. زفانی که در مدار R_E باشد
- در مرحله‌های قبل بررسی کردیم

وقتی که هر دو R_S و R_E باشند در مدار

$$R_B > \frac{R_T}{\beta} \leftarrow \text{تعیین}$$

$$I = 1.0 I_B \leftarrow \text{طراحی}$$

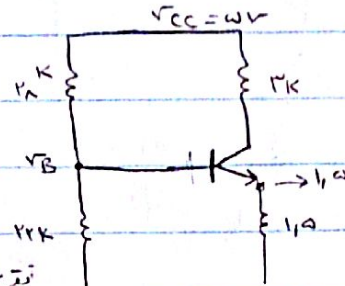
مثال: مدار شکل بالا را با استفاده از معادلات DC و AC مقادیر خواسته شده را محاسبه کنید.
 رولت بایستی کردن =
 $\beta = 100$ / $V_{BE} = 0.7$



تعیین DC
 $I_C = ?$, $V_{CE} = ?$, $\frac{v_o}{v_{in}} = ?$
 اینها را با استفاده از معادلات
 $R_{in} = ?$, $R_o = ?$

تعیین DC =

حذف AC



مثال معادله 5V

$$R_E > \frac{R_T}{\beta}$$

$$R_E = \frac{10 R_T}{\beta} \rightarrow 1.5 > \frac{10 \times 10}{100} \quad \checkmark$$

این شرط برقرار است پس

این مدار را می توان به عنوان یک مدل تعریف کرد

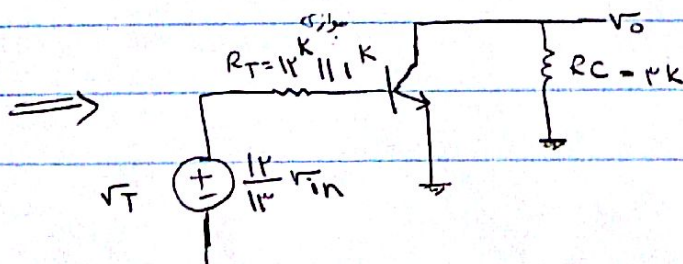
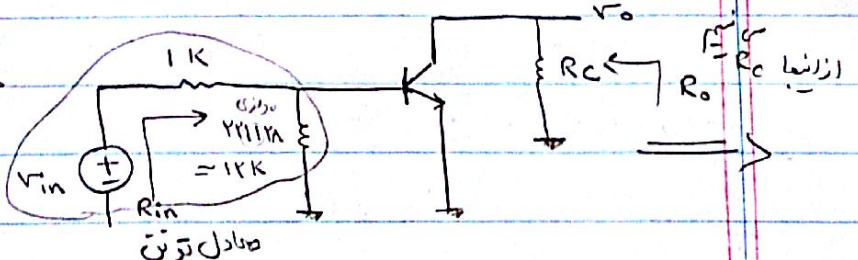
$$V_B = \frac{22}{22 + 28} \times 5 = 2.12 \text{ V}$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.12 - 0.7 = 1.42 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{1.42}{1.5 \text{ K}} = 0.95 \text{ mA} = I_C \quad , \quad V_{CE} = 5 - 3 \times 10^{-3} - 1.5 \times 10^{-3} = 0.5 > 0.2 \quad \checkmark$$

AC تعین =

حذف DC



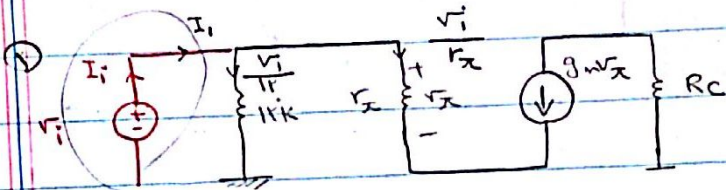
الف - می آید در مسائل

$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{-R_C}{\frac{r_x}{\beta} + \frac{R_T}{\beta}} = \frac{-3000}{\frac{2500}{100} + \frac{92}{100}} = \frac{-3000}{25.92} = \frac{-3000}{25.92} = -115.7$$

محاسبه مقاومت R_o و R_{in} ؟

$$R_{in} = 12K \parallel \frac{r_x}{\beta}$$

۲) برای بررسی که می خواهیم پیدا کنیم مقاومت یک منبع و جریان می گذاریم



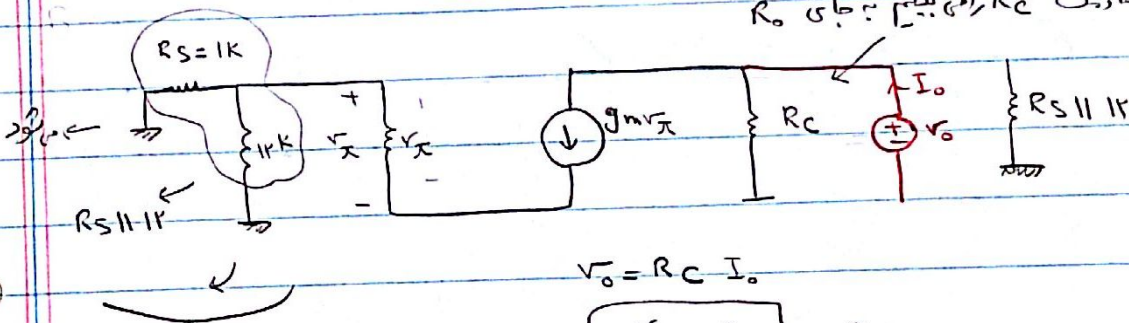
۱) هر چه منبع مستقل نوی مدار هست حذف
 نقل ac
 می شود

$$\frac{v_i}{I_i} = R_{in}$$

$$I_i = \frac{v_i}{12} + \frac{v_i}{r_x}$$

$$I_i = v_i \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{r_x} \right)$$

از اینور مقاومت R_C برای بیابیم به جای R_o



$$v_o = R_C I_o$$

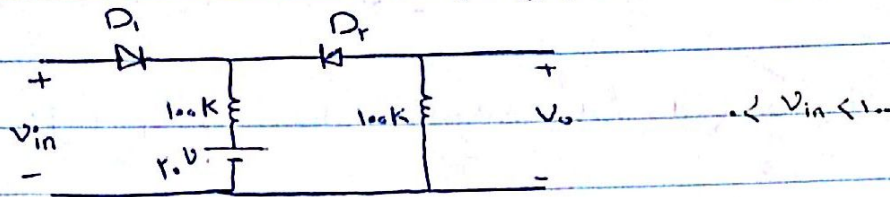
$$\frac{v_o}{I_o} = R_C = R_o$$

در این بزرگ و در است v_x فرست

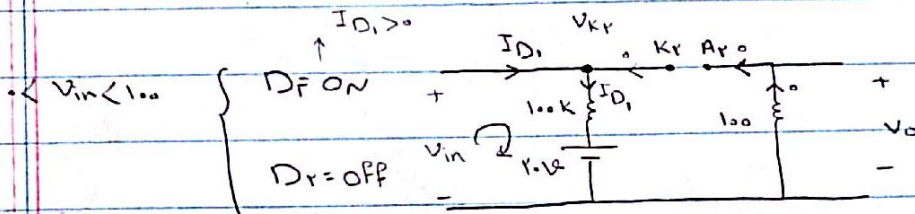
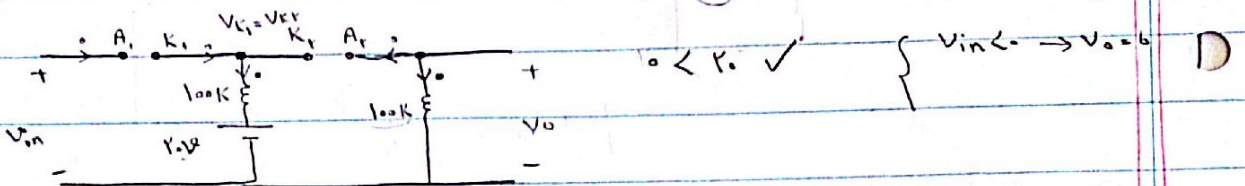
و $g_m v_x$ فرست شود به فقط

$$v_o = R_C I_o \quad \text{داریم}$$

در شاخه خروجی V_o را رسم نمایید. $0 < V_{in} < 100$



$$V_{in} < 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} D_1 = \text{OFF} \rightarrow V_{A1} < V_{K1} \quad V_{A1} = V_{in} < 0 \quad V_{K1} = V_{K2} = 2.0 \\ D_2 = \text{OFF} \rightarrow V_{A2} < V_{K2} \quad V_{A2} = V_o \quad V_{in} < 0 \quad V_{A1} < 2.0 \quad \checkmark \quad V_o = 100 \times 0 = 0 \end{array} \right.$$



$$V_{A2} < V_{K2}$$

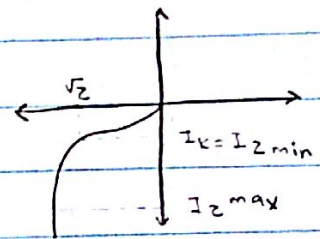
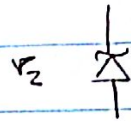
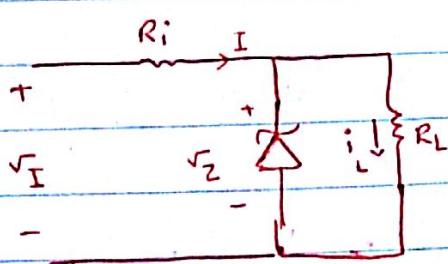
$$V_{A2} = V_o \rightarrow V_o = 100 \times 0 = 0 \quad 0 < 2.0 \quad \checkmark$$

$$V_{K2} = 2.0$$

$$-I_{in} + I_o - V_{in} + 100I_{D1}$$

مثال: در مدار تنظیم کننده ی سطح زیر ولتاژ زیر و $V_I = 15mV$ است $13 < V_I < 14$

و جریان I_L بین $10mA$ و $15mA$ می باشد. (الف) حد اکثر مقدار R_i را بدست آورید.



$$I = I_Z + I_L$$

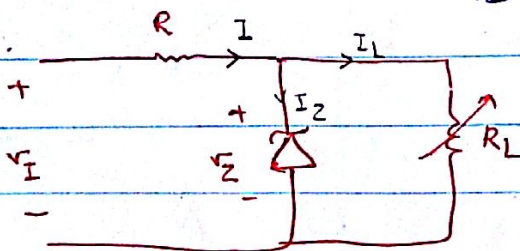
$$\frac{V_I - V_Z}{R_i} = I_Z + I_L \rightarrow V_I - V_Z = R_i (I_Z + I_L) \rightarrow$$

$$R_i = \frac{V_I - V_Z}{I_Z + I_L} \rightarrow R_{i max} = \frac{V_{I max} - V_Z}{I_{Z min} + I_{L max}} = \frac{14 - 10}{15 + 10} = \frac{4}{100mA} = 40\Omega$$

$$= I_{Z min}$$

مثال: در مدار سطح زیر با فرض $R_{L min} = 1K$ و $I_{Z max} = 10mA$ و $I_{Z min} = 0.2mA$ و $V_Z = 4.7V$

و $13 < V_I < 14$ مقدار مقاومت $R_{L max}$ را محاسبه کنید.



۱۸

$$I_2 = I - I_L$$

$$I_2 = \frac{\sqrt{I} - \sqrt{I_2}}{R} - \frac{\sqrt{I_2}}{R_L}$$

$$I_{2min} = \frac{\sqrt{I_{min}} - \sqrt{I_2}}{R} - \frac{\sqrt{I_2}}{R_{Lmin}}$$

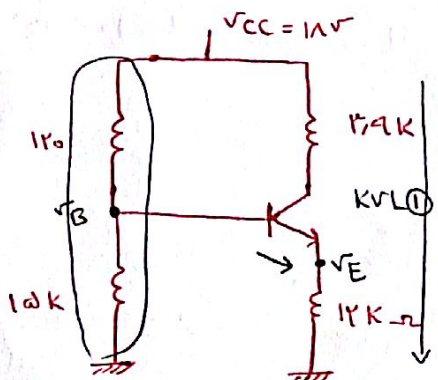
$$\begin{cases} I_{2max} = \frac{\sqrt{I_{max}} - \sqrt{I_2}}{R} - \frac{\sqrt{I_2}}{R_{Lmax}} \\ I_{2min} = \frac{\sqrt{I_{min}} - \sqrt{I_2}}{R} - \frac{\sqrt{I_2}}{R_{Lmin}} \end{cases}$$

$$0.12 = \frac{11 - 4.18}{R} - \frac{4.18}{1K} \Rightarrow V^{MA} = \frac{f_{12}}{R} \Rightarrow R = \frac{f_{12}}{V^{MA}} = 1.4K$$

* حالتی خیرول می‌داریم

$$I_{2max} = \frac{\sqrt{I_{max}} - \sqrt{I_2}}{R} - \frac{\sqrt{I_2}}{R_{Lmax}} \Rightarrow I_{2max} = \frac{11 - 4.18}{1.4K} - \frac{4.18}{R_{Lmax}} \rightarrow R_{Lmax} = ?$$

مسئله: در مدار شکل زیر ترانزیستور دارای $V_{CE(sat)} = 0.2V$ و $\beta = 100$ و $V_{BE(on)} = 0.7V$ ، نقطه کار و ناحیه کار ترانزیستور را بیابید.



$$\begin{cases} I_C = ? \\ V_{CE} = ? \end{cases}$$

نقطه کار

رایا بید

فرض

شرط

$$I_C = \beta I_B$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$I_C = I_E$$

$$V_{CE} > 0.2V$$

اسی

$$V_{CE} = 0.2V$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

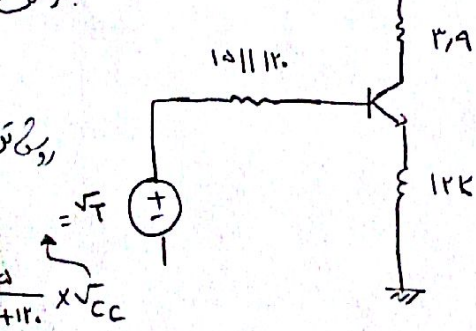
$$I_B > \frac{I_C}{\beta}$$

در تحلیل - بهینه نقطه کار به دست آوردن - I_{in} به دست آوردن

$$V_B = V_{BE} = V_E$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$V_B = \frac{15}{15 + 120} \times 18$$



از این راه حل می‌زنیم
راه دوم بجای اینست

۱۷ راه دوم :

$$R_E \gg 10 \frac{R_T}{\beta}$$

$$12K \gg 10 \times \frac{13.3K}{200} = \frac{1.33}{2} \checkmark$$

اول بررسی می کنیم که در مدار رابطی روم در برقرار است یا نه
اگر برقرار بود از راه حل دوم می رویم *
برقرار است پس

$O_c:$

$$\Rightarrow V_B = \frac{15}{15+12} \times 18 \rightarrow V_B = 2.5$$

$$V_B - V_{BE} = V_E \quad V_E = 2.5 - 0.7 = 1.8V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \quad I_E = \frac{1.8}{12K} = 0.15mA$$

KVL ①: $V_{CC} = R_1 I_C + V_{CE} + R_E I_E$

$$18 = \frac{3.9 \times 0.1}{0.001} + V_{CE} + \frac{12K \times 0.1}{1000}$$

نصف ۱ کار

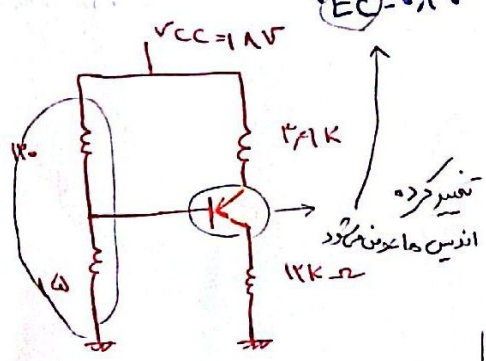
$$\begin{cases} I_C = 0.1mA \\ V_{CE} = 14.1V \end{cases}$$

پس ترانزیستور در ناحیه فعال است

$$V_{CE} = 18 - 3.9 - 0.39 = 14.1 > 0.2 \rightarrow$$

- حل همین سوال با تغییر داده های مثال:

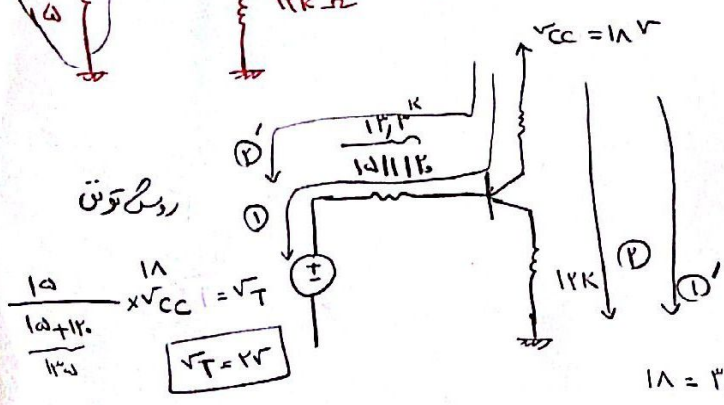
$V_{EC} = 0.7V$, $\beta = 200$ و $V_{EB} = 0.7V$ (on)



بررسی بزرگ $R_E \gg 10 \frac{R_T}{\beta}$

$$3.9K \gg 10 \times \frac{13.3K}{200} = \frac{1.33}{2} = 0.665 \times$$

این شرط برقرار نیست پس از روشی دیگر می رویم



فرض فعال $I_E = \beta I_B$

KVL ①: $18 = 3.9 I_E + V_{EB} + R_T I_B + V_T$

$$18 = 3.9 I_E + 0.7 + 13.3 \times \frac{I_E}{200} + 0.025$$

$$17.275 = I_E (3.9 + 0.0665)$$

$$I_E = \frac{17.275}{3.9665} = 4.35mA$$

KVL ②: $18 = 3.9 I_E + V_{EC} + 12 I_C$

$$18 = \frac{3.9 \times 4.35}{1000} + V_{EC} + \frac{12 \times 4.35}{1000} = V_{EC} \rightarrow V_{EC} = 18 - 15.05 - 4.44 = -1.49 < 0.2 \times$$

فرض فعال برقرار نیست

حال فرض اینکه رابرسر هم کنیم

$$V_{EC} = 0.2$$

$$KLL \text{ (1)'} : 18 = 3.9 I_E + V_{EC} + 12 I_C$$

$$18 = 3.9 I_E + 0.2 + 12 (I_E - I_B)$$

$$I_E = I_C + I_B$$

معادله 1

$$KLL \text{ (2)'} : 18 = 3.9 I_E + V_{EB} + 13.3 I_B + 2$$

معادله 2

$$\begin{cases} 17.8 = 3.9 I_E - 12 I_B \\ 15.3 = 3.9 I_E + 13.3 I_B \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{جواب باید در شرط } I_B > \frac{I_E}{\beta} \text{ صدق کند}$$

چون در ناحیه فعال نیست پس در ناحیه اشباع است

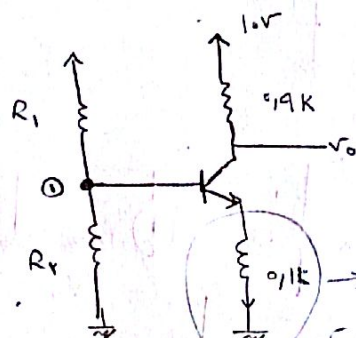
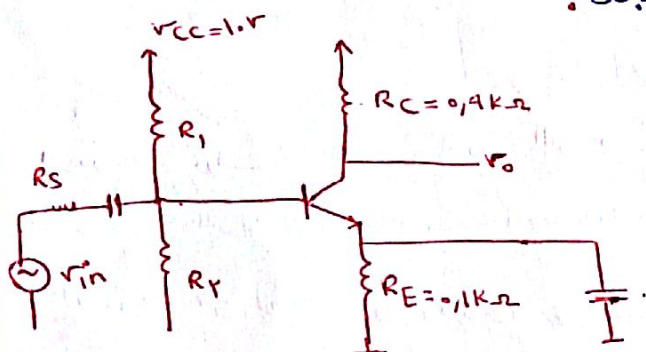
پس در شرط بالا صدق می کند

این تحلیل ac اینجا به دردمان نمی خورد

مثال: در تقویت کننده استر مشترک شکل زیر ترانزیستور دارای $V_{BE} = 0.7$ و $\beta = 100$ و $V_{CE(sat)} = 0.2$ می باشد.

الف) R_1 و R_2 را طوری طراحی کنید که دامنه swing متعادل باشد!

به تعادل DC یا زداییم
 {
 - معادله
 - اشباع
 - قطع
 - سیگنال ورودی را در نقاط مختلف به دست یار



میان این 2 مورد برای ما مهم است
 این خاصیت برای بدست آوردن این جریان باید V_{BQ} را به دست آوریم اول

آوردن این جریان باید V_{BQ} را به دست آوریم اول

در ناحیه قطع

$$I_C = 0 \rightarrow V_O = V_{CC} = 10 - 0.9 \times 0 = 10V$$

$$V_O = V_{CE(sat)} + 0.1 I_E$$

$$I_E = \frac{V_B - 0.7}{0.1k}$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 10$$

$$V_O = 0.2 + 0.1 \left(\frac{V_B - 0.7}{0.1} \right)$$

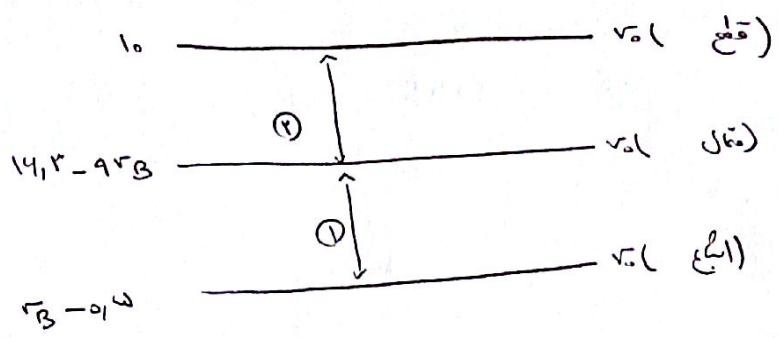
$$I_E = I_C \text{ در ناحیه فعال}$$

در ناحیه فعال

$$V_O = 10 - 0.9 I_E$$

$$V_O = 10 - 0.9 \left(\frac{V_B - 0.7}{0.1} \right) \rightarrow V_O = 10 - 9V_B + 9.3$$

$$V_O = 19.3 - 9V_B$$



زمانی swing نامتوازن است
که 1 و 2 بهم برابر باشند
فامع

$$①=② \Rightarrow 10 - (14.3 - 9V_B) = (14.3 - 9V_B) - (V_B - 0.5)$$

$$19.3 + 9V_B = 14.3 - 10V_B$$

$$19V_B = 10.9 \rightarrow V_B = 0.57V$$

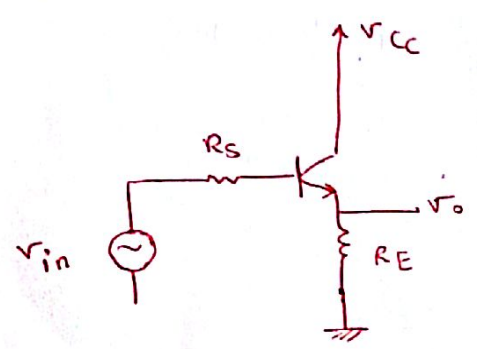
بجز 0.57

حالا می‌زنیم تو فرمول
که R_1 و R_2 را
دست می‌آید

$$0.57 = V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 10$$

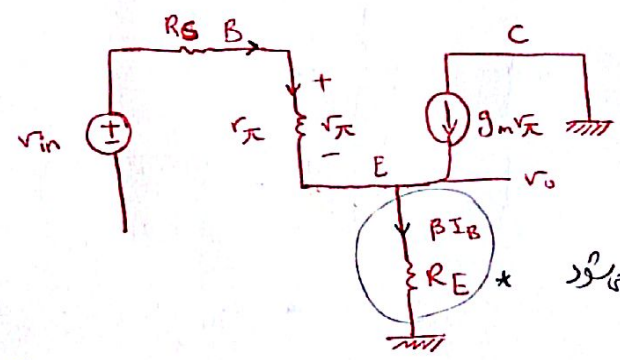
مربع‌ها را می‌جوریم عددی دهیم که R_1 و R_2 بدست
بیاد دهم $V_B = 0.57V$

تفاوت کتده طلور مشترک:



مقدار AC طلور مشترک به صورت شکل رویه در است و $gain = 1$ است.
زیرا ورودی 0.57 با خروجی فرق دارد و از روی مول پای کاملاً واضح است که
هم R_E از لحاظ ولتاژی از دو مقاومت R_S و R_{π} بیشتر است.

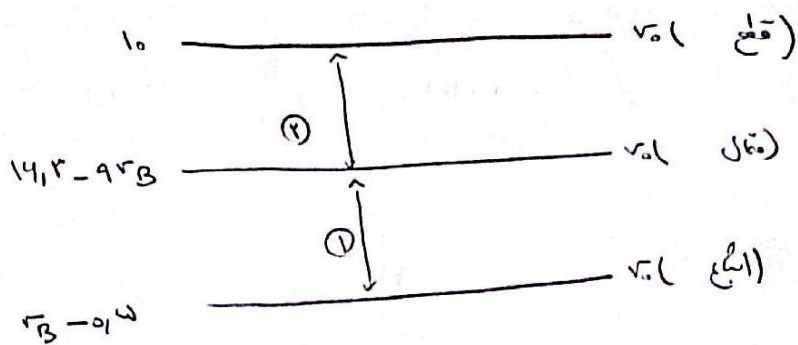
دل پای
تقین DC
طلور مشترک:



$$r_{in} = r_{RS} + r_{\pi} + r_{RE}$$

انتظار داریم که در طلور مشترک $gain = 1$ باشد
زیرا، می‌دوروی را به دست * می‌آید و تقریباً تمام در دوری به خروجی منتقل می‌شود
از طلور مشترک در بافر استادی می‌شود

دفعه اهم $gain = 1$ باشد کافی است R_E را حیف زیاد در نظر بگیریم



زمانی swing فامعاری است
که 1 و 2 بهم برابر باشد
فامعاری

$$1=2 \Rightarrow 10 - (14.3 - 9\sqrt{B}) = (14.3 - 9\sqrt{B}) - (\sqrt{B} - 0.5)$$

$$14.3 + 9\sqrt{B} = 14.3 - 10\sqrt{B}$$

$$19\sqrt{B} = 10.9 \rightarrow \sqrt{B} = 0.57\sqrt{V}$$

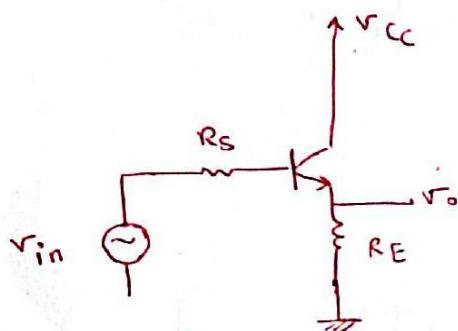
بجز 0.57

حالا می‌توانیم از فرمول
که R_1 و R_2 در دست می‌آوریم

$$0.57 = \sqrt{B} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times 10$$

ماده‌ها چون جوری عددی دهیم که R_1 و R_2 بدست
بیاید و بجز $\sqrt{B} = 0.57\sqrt{V}$

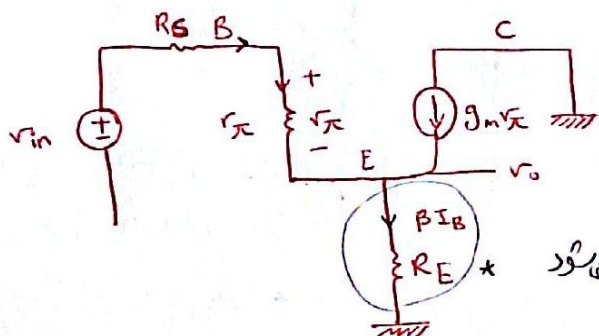
تقریب کننده طلور مشترک:



مقدار AC طلور مشترک به صورت شکل در دست است و $gain = 1$ است.

زیرا ورودی 0.57 با خروجی فرق دارد و از روی مول پای کاملاً واضح است که
هم R_E از لحاظ ولتاژی از دو مقاومت R_S و R_x بیشتر است.

دل پای طلور مشترک:
تقریب DC

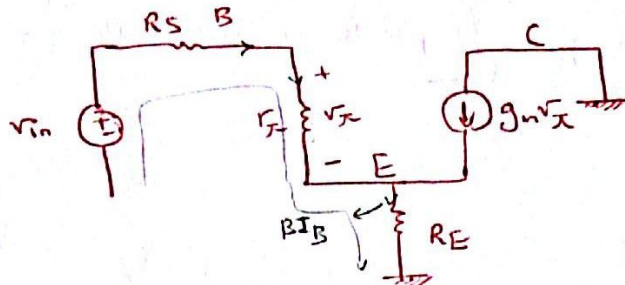


انتظار داریم که در طلور مشترک $gain = 1$ باشد

زیرا تمامی ورودی به بیست * می‌آید و تقریباً تمام ورودی به خروجی منتقل می‌شود
از طلور مشترک در برابر استفاده می‌شود

$$V_{in} = \sqrt{R_S} + \sqrt{r_{\pi}} + \sqrt{R_E}$$

آنها در دست داریم $gain = 1$ باشد کافی است R_E را خیلی زیاد در نظر بگیریم



$$\textcircled{1} \begin{cases} v_o = R_E \left(g_m v_{\pi} + \frac{v_{\pi}}{r_{\pi}} \right) \\ v_o = v_{\pi} \left(R_E g_m + \frac{R_E}{r_{\pi}} \right) \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} v_{in} = R_S \frac{v_{\pi}}{r_{\pi}} + v_{\pi} + v_o \\ v_{in} - v_o = v_{\pi} \left(\frac{R_S}{r_{\pi}} + 1 \right) \\ v_{\pi} = \frac{v_{in} - v_o}{\frac{R_S + r_{\pi}}{r_{\pi}}} = \frac{r_{\pi}}{R_S + r_{\pi}} (v_i - v_o) \end{cases}$$

$$\textcircled{1} \textcircled{2} \begin{cases} v_o = \frac{r_{\pi}}{R_S + r_{\pi}} (v_i - v_o) \left(R_E g_m + \frac{R_E}{r_{\pi}} \right) \end{cases}$$

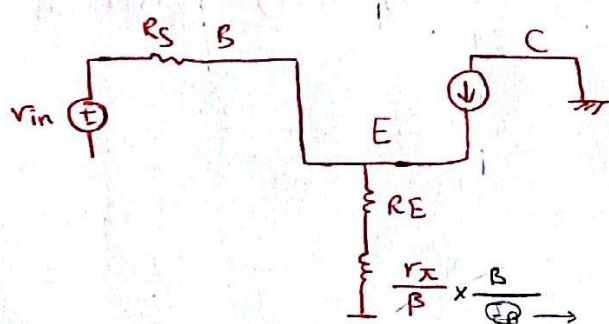
$$v_o = \left(\frac{r_{\pi} R_E g_m}{R_S + r_{\pi}} + \frac{R_E}{R_S + r_{\pi}} \right) (v_i - v_o)$$

$$v_o = \left(\frac{\beta R_E + R_E}{R_S + r_{\pi}} \right) v_i - \left(\frac{R_E - \beta R_E}{R_S + r_{\pi}} \right) v_o \Rightarrow v_o = \left(\frac{R_S + r_{\pi} + R_E + \beta R_E}{R_S + r_{\pi}} \right) =$$

$$\frac{\beta R_E + R_E}{R_S + r_{\pi}} \cdot v_i$$

$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = \frac{\beta R_E + R_E}{R_S + r_{\pi} + R_E + \beta R_E}$$

$$\Rightarrow \frac{v_o}{v_{in}} = \frac{R_E}{R_E + \frac{R_S}{\beta} + \frac{r_{\pi}}{\beta}}$$



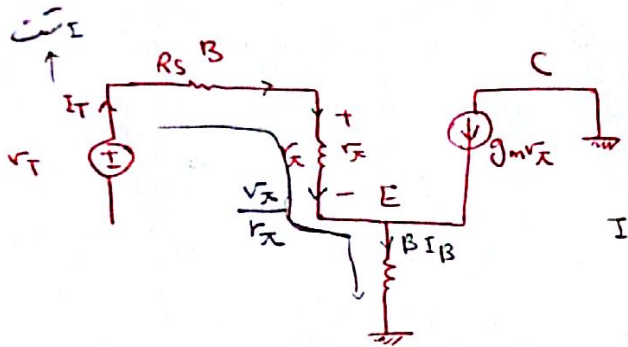
این مدار مثل روبرو جای r_{π} عوض شود داریم:

* اگر مقاومتی در E بود در $\frac{R_S}{\beta}$ به مدار اضافه کنیم معادلت E

ضربدر β می شود ❖

* اگر مقاومتی در B بود و می خواستیم E اتصال میدادیم تقسیم بر β می شود ❖

برای دست آوردن معادست درودی تمام منابع مستقل حذف میشوند.



$$V_T = R_S I_T + r_{\pi} I_T + R_E (I_T + g_m V_{\pi})$$

$$I_T = \frac{V_{\pi}}{r_{\pi}} \Rightarrow V_{\pi} = I_T \cdot r_{\pi}$$

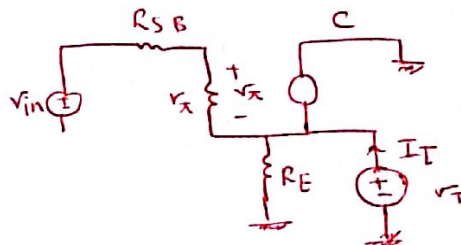
$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\text{مقاومت دیده شده از E}}{\text{مقاومت مسیر B-E}}$$

$$V_T = R_S I_T + r_{\pi} I_T + R_E I_T + R_E g_m (r_{\pi} I_T)$$

$$V_T = I_T (R_S + r_{\pi} + R_E + R_E \beta g_m r_{\pi})$$

$$= \frac{R_E}{R_E + \frac{R_S}{\beta} + \frac{r_{\pi}}{\beta}}$$

$$\frac{V_T}{I_T} = R_S + r_{\pi} + \beta R_E$$



از این نوع سوال می آید ←

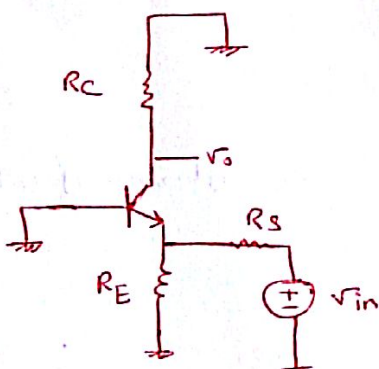
$r_m \leftarrow$ مقاومت BE از دید E
 $r_{\pi} \leftarrow$ مقاومت BE از دید B

$$R_E \gg r_m \text{ برقرار باشد}$$

اگر خواصیم ضرایب دارای $\text{gain} = \text{بازد}$ بایم

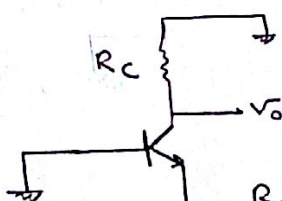
یک خاصیت مهم حلقه مشترک خاصیت بافر بودن است.

تقویت کننده ی بین مشترک :



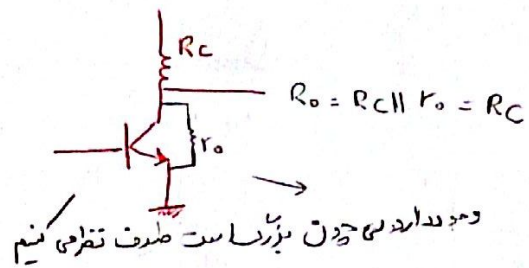
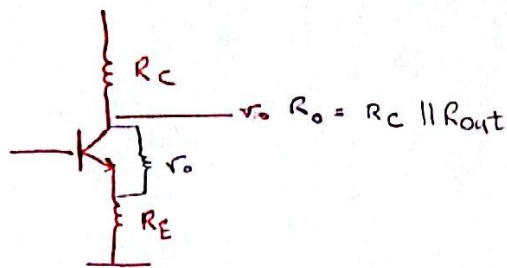
مدل ایی را می کشیم
 و ولت قبل و بعد کول می زنیم

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\text{مقاومت دیده شده از C}}{\text{مقاومت مسیر B-E}} = \frac{R_C}{R_T + r_m}$$



$$R_T = R_E \parallel R_S$$

$$V_T = \frac{R_E}{R_E + R_S} \cdot V_{in}$$



۲۴۳ → سوال ۳ $R_{out} = r_o \left(\frac{1 + \beta_m R_E}{1 + \beta_m \frac{R_E + R_B}{\beta}} \right)$

۲۴۵ → سوال ۴ و سوال ۳، ۷

۲۴۶ → سوال ۱۲، الف و ب

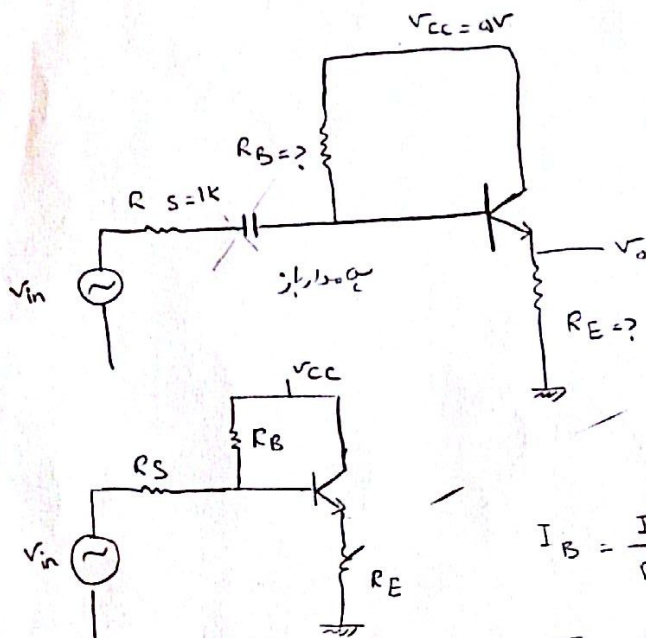
۲۴۹ → سوال ۱۷ و سوال ۱۹

سوال: مدار طلوعه معتربی طراحی کنید که $\beta = 100$ و $I_C = 1\text{mA}$: $\uparrow$ gain $A_v = 99$ و $\frac{v_o}{v_{in}} = ?$ و $V_{CC} = 4\text{V}$

این مورد در طراحی بایس کردن است نوع

بایس کردن سینه تقوّل DC به طرز

مدار باز



$\beta = 100$

$I_C = 1\text{mA}$

$V_{BE} = 0.7\text{V}$

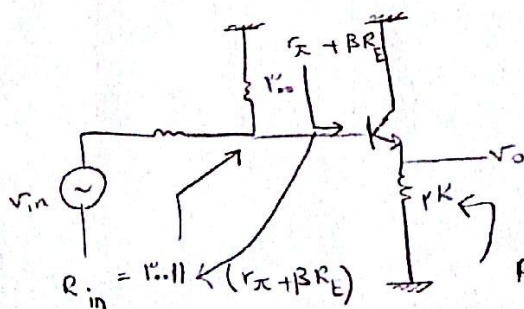
$V_{CC} = 4\text{V}$

$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1\text{mA}}{100} = 0.01\text{mA}$

$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E$

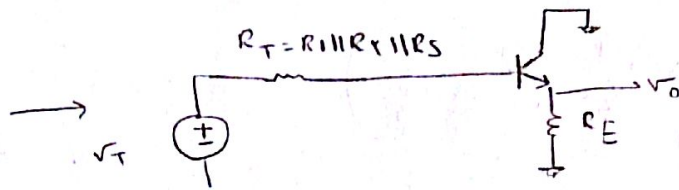
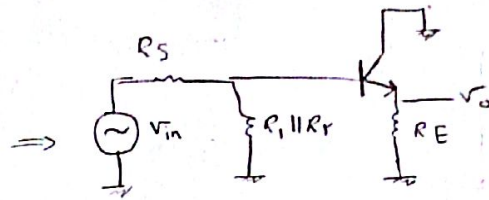
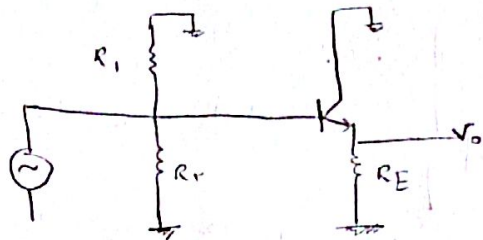
$4 = R_B \times 0.01 + 0.7 + \beta V_{BE} \times 1\text{mA}$ $\rightarrow R_B = 300$

$V_E = 2\text{V} \rightarrow R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{2\text{V}}{1\text{mA}} = 2\text{k}$



$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{R_E}{R_E + r_m + \frac{R_S}{\beta}} = \frac{2\text{k}}{2\text{k} + r_m + 1.0} = \frac{2.00}{2.50}$

$R_o = 2\text{k} || \left(\frac{R_S || 100}{\beta} + r_m \right)$



$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{R_E}{R_E + \frac{r_{\pi}}{\beta} + \frac{R_S}{\beta}}$$

E
B
B