

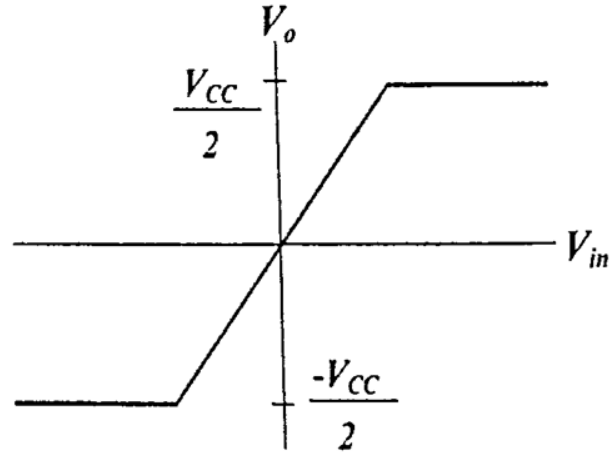
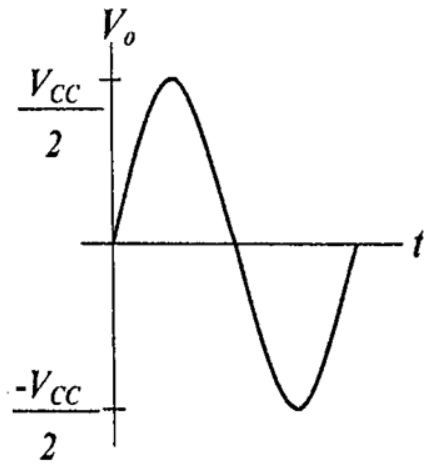
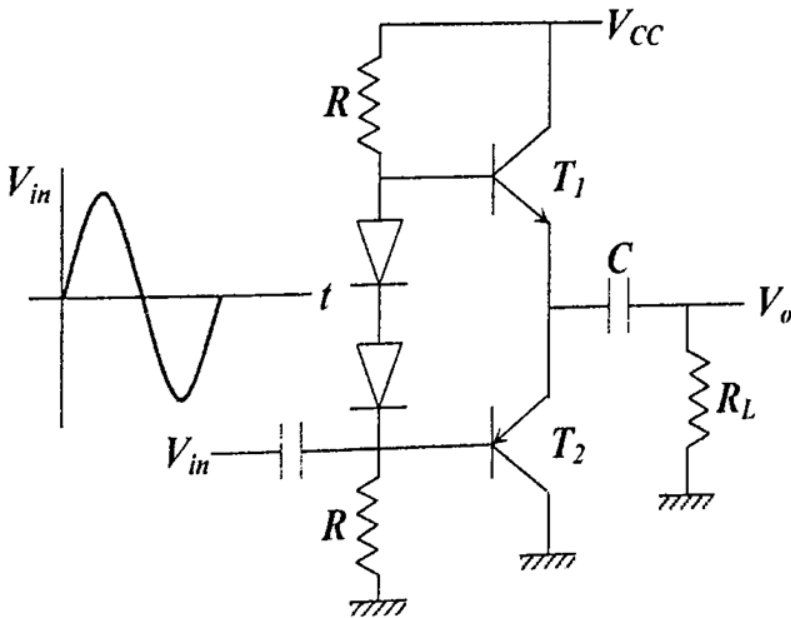
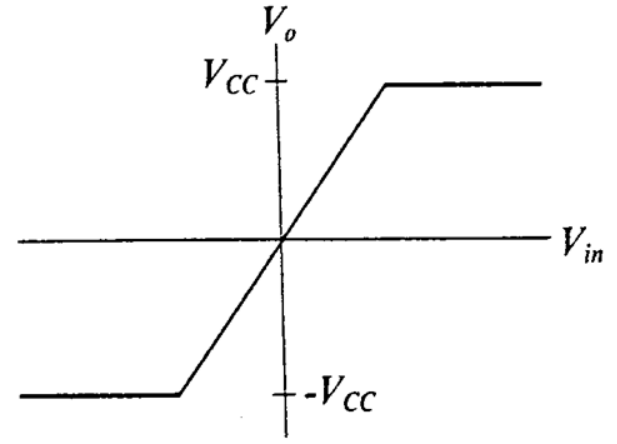
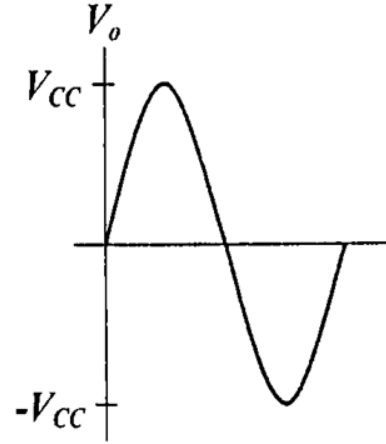
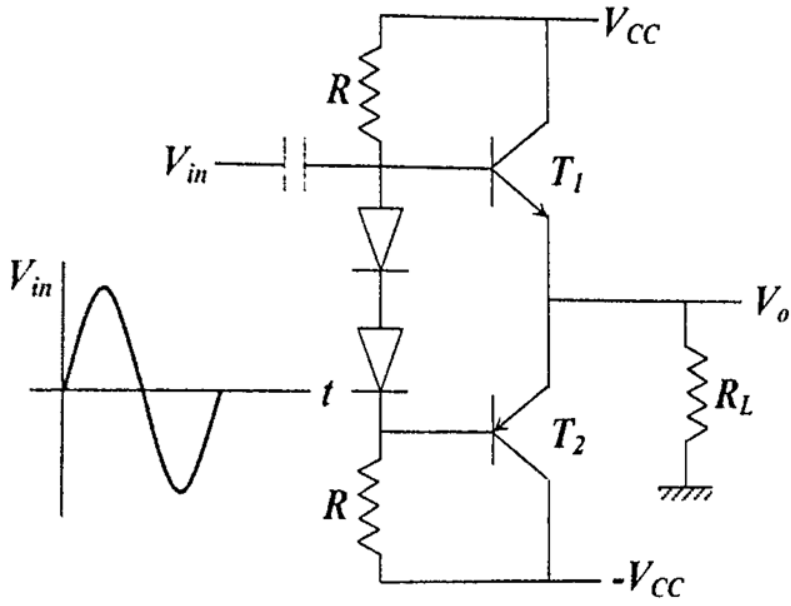
الکترونیک ۱

جلسه دهم

مدرس : سجاد قراگوزلو حصاری

دانشکده فنی انقلاب اسلامی

پوش پول کامپلی منتاری کلاس AB با دیود

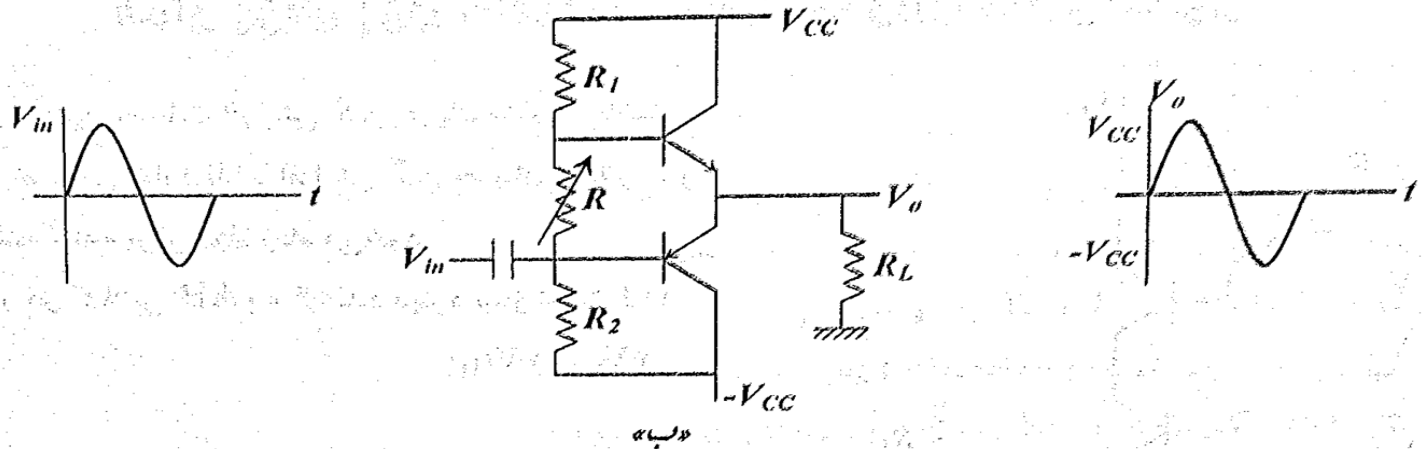
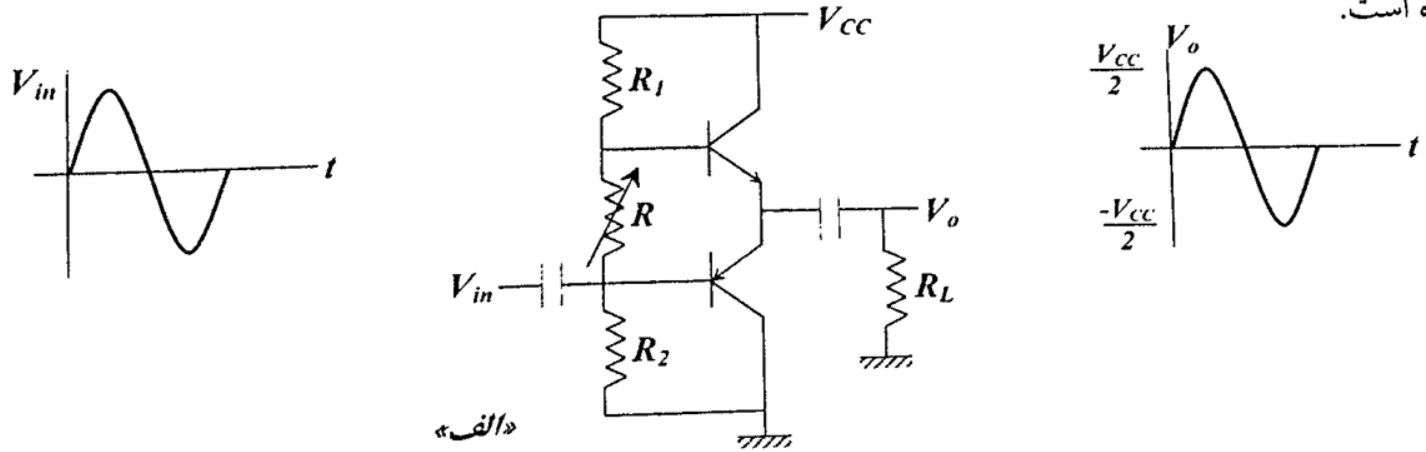


با وارد شدن دیودها به مدار پوش پول و با انتخاب دیودها به صورت مشابه با Tr های مدار و بایاس دیودها با استفاده از مقاومتهای R داریم:

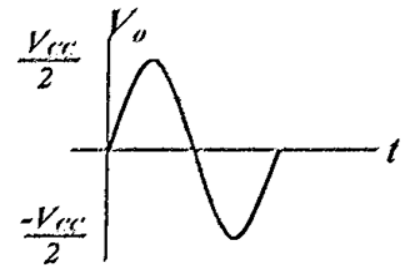
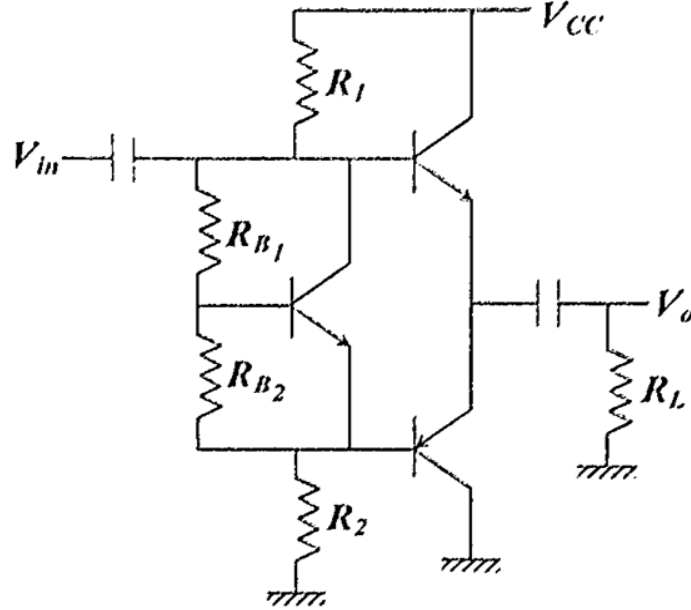
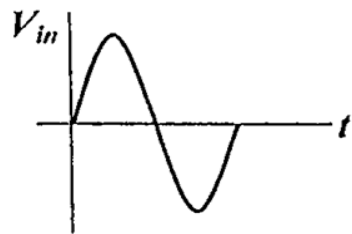
$$2V_{\gamma} = V_{BE_1} + V_{BE_2} = 2V_{BE}$$

لذا Tr ها در آستانه هدایت قرار می گیرند و با کوچکترین مقدار V_{in} هدایت می کنند لذا اعوجاج تقاطعی در خروجی و باند مرده از بین می رود لذا کلاس تقویت کننده از B به AB تغییر می کند. باید توجه نمود که مشکل اعوجاج مقطعی برطرف شده است اما بقیه مشکلات ذکر شده هنوز باقی می باشد.

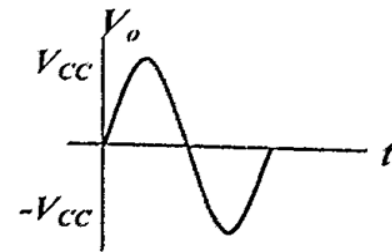
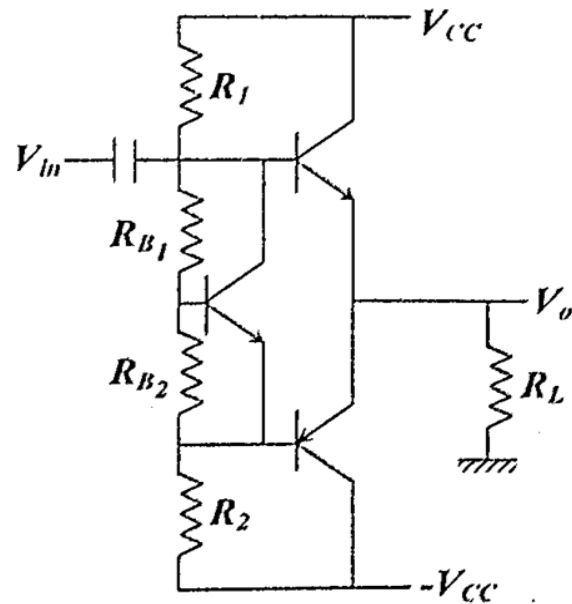
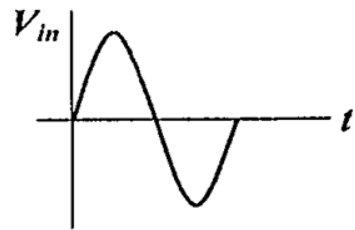
در زیر انواع دیگر پوش پولهای کامپلی منتاری کلاس AB به نمایش درآورده شده است. که با روش های دیگری، اعوجاج تقاطعی در آنها حذف شده است.



مدارات «الف» و «ب» پوش پول کامپلی منتاری با مدار تقسیم ولتاژ با کلاس AB است.



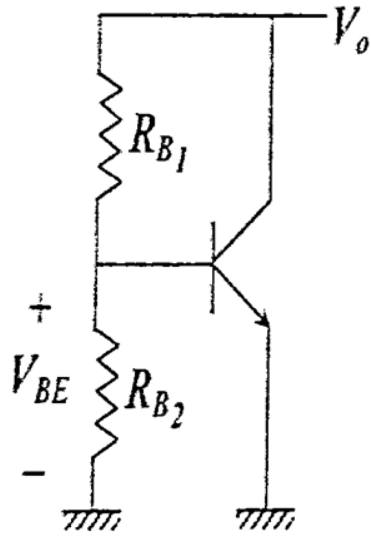
«ج»



«د»

مدارات (د) و (ج) پوش پول کامپلی متتاری با مدار ضرب کننده V_{BE} با کلاس AB است.

تحلیل مدار ضرب کننده (V_{BE})



$$\frac{V_o \times R_{B_2}}{R_{B_1} + R_{B_2}} = V_{BE} \Rightarrow V_o = V_{BE} \left(1 + \frac{R_{B_1}}{R_{B_2}} \right)$$

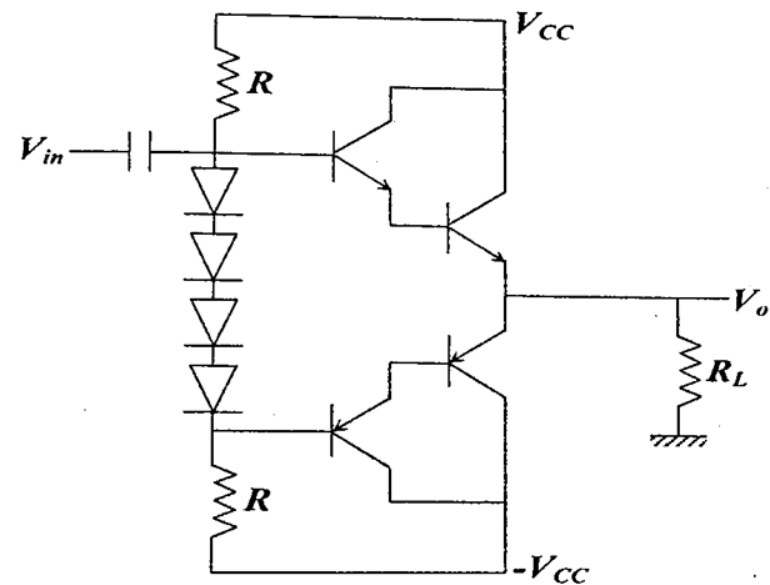
لذا خروجی مضربی از V_{BE} است. همچنین باید دقت شود که این مدار یک رگولاتور ولتاژ موازی نیز می باشد.

مدار پوش پول کامپلی منتاری با زوج دارلینگتون

استفاده از زوج دارلینگتون به علت افزایش گین جریان مدار می باشد و اثری بر دامنه ولتاژ خروجی ندارد لذا با افزایش گین جریان ، قدرت و توان خروجی تقویت کننده پوش پول زیاد می شود.

جهت کارکرد مدار در کلاس AB به ۴ عدد دیود نیاز است لذا داریم :

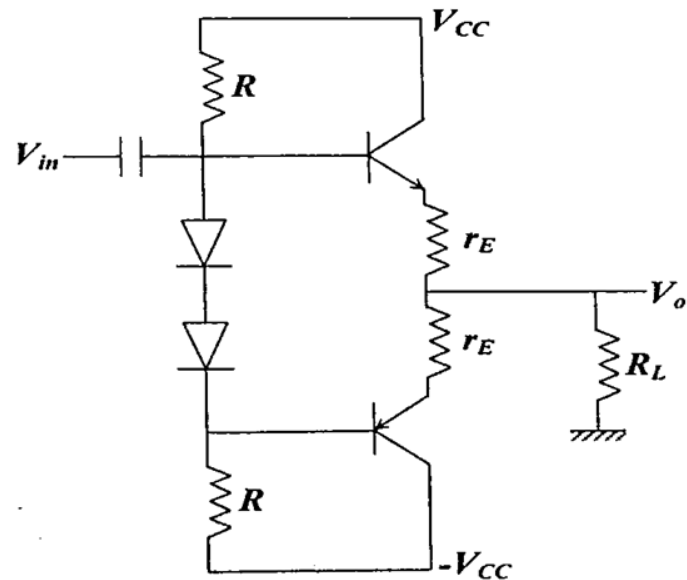
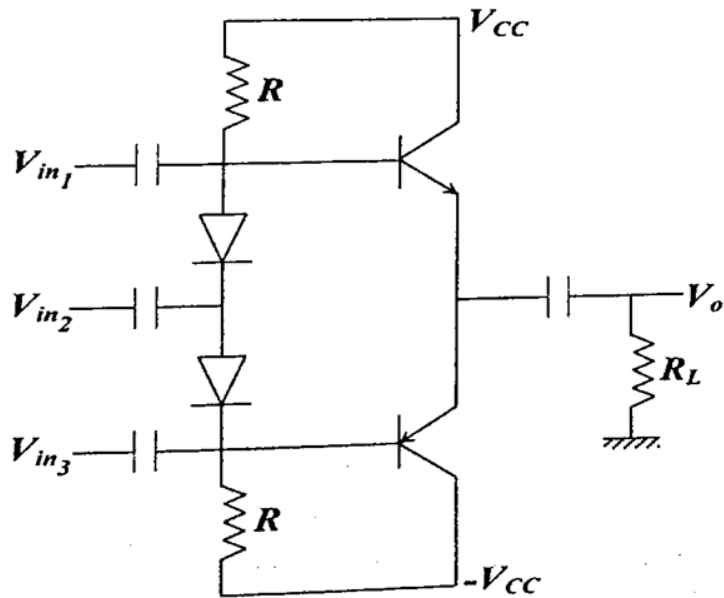
$$4V_{\gamma} = 4V_{BE}$$



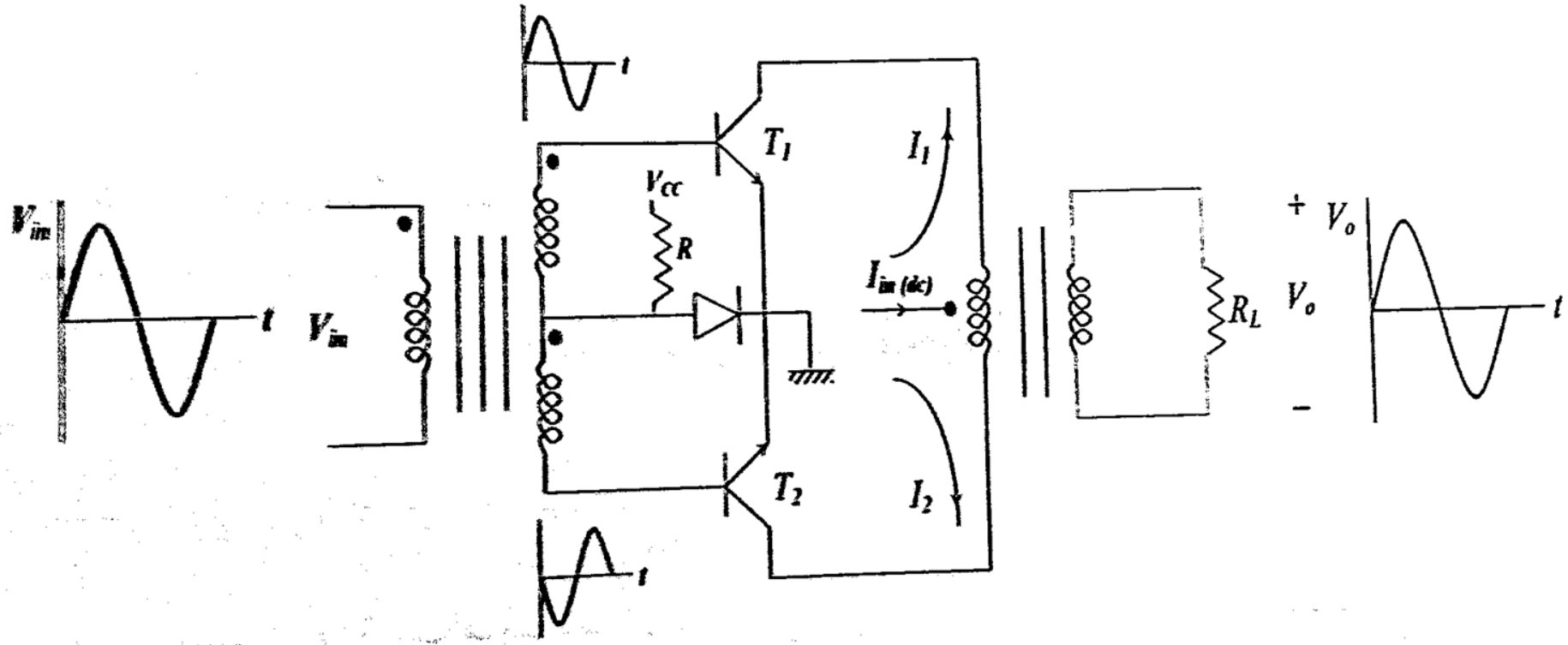
نکته: در تحلیل ac پوش پول ها ورودی V_{in_1} و V_{in_2} و V_{in_3} کاملاً یکسان تحلیل می شوند.

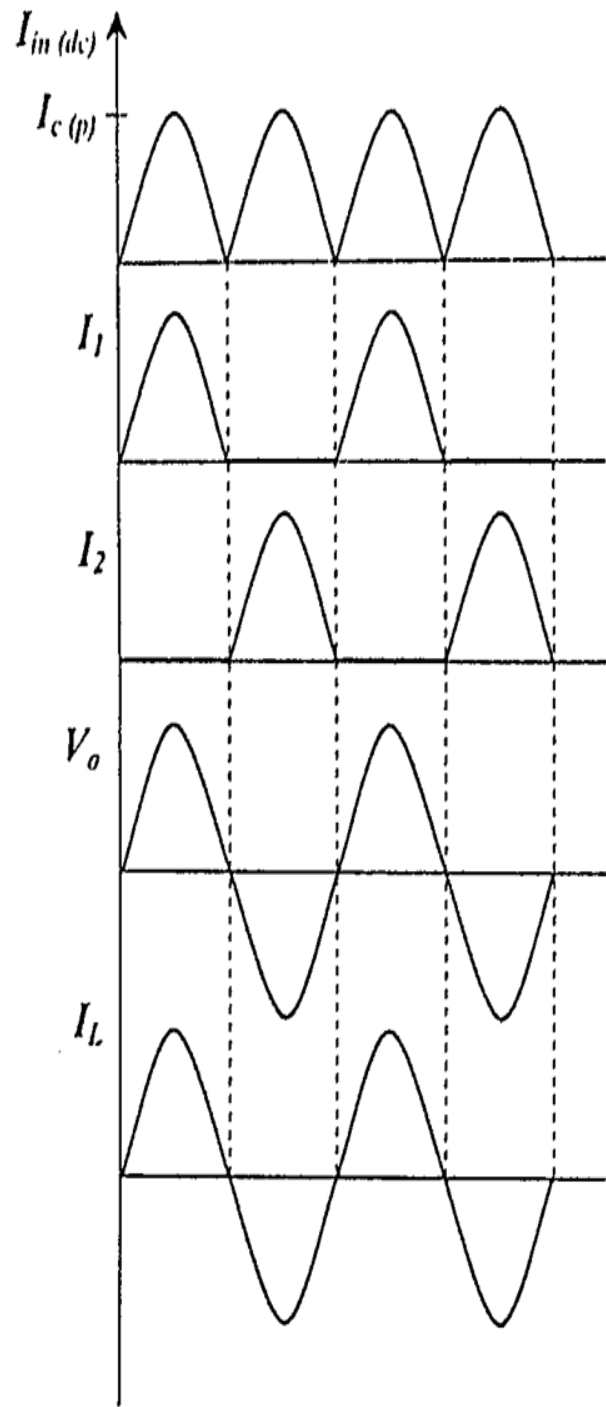
نکته: استفاده از مقاومت های r_E باعث افزایش ناحیه

خطی کارپوش پول می شود.



پوش پول کلاس AB با ترانس





در این مدار ولتاژ سینوسی ورودی ابتدا توسط یک ترانس به صورت اختلاف فاز داده شده به اندازه صفر درجه در ورودی T_1 و به اندازه 180° درجه در ورودی T_2 اعمال می شود. در این حالت هر دو Tr از یک نوع و npn هستند و یکی در نیم سیکل مثبت ورودی (T_1) و دیگری در نیم سیکل منفی ورودی (T_2) هدایت دارند و با توجه به مخالف جهت بودن جریان های I_1 و I_2 با هدایت T_1 و T_2 ولتاژ سینوسی به همان صورت ورودی در خروجی ایجاد می شود لازم به ذکر است در صورت اتصال کوتاه شدن دیود مدار کلاس کار از AB به B برده شده و خروجی دارای اعوجاج مقطعی خواهد بود. شکل موج های مدار به صورت زیر است:

I_1 و I_2 dc هستند لذا همدیگر را خنثی می کنند بنابراین از به اشباع رفتن هسته ترانس جلوگیری می شود یا خروجی بدون ripple خواهد بود همچنین نویز طبقات قبل و نویز برق شهر در این نوع پوش پول حذف می شود. در این پوش پول هارمونیک های زوج حذف شده و هارمونیک های فرد قابل صرف نظر است.

$$I_{C(P)} = \frac{V_{o(P)}}{R_L} \quad , \quad I_{dc} = \frac{I_{C(P)}}{\pi} = I_{CQ} \quad , \quad P_{in(dc)} = V_{CC} \times I_{CQ} = V_{CC} \times \frac{I_{C(P)}}{\pi} = \frac{V_{CC} \cdot V_{o(P)}}{\pi R_L}$$

$$\text{if } V_{o(P)} = V_{CC} \Rightarrow P_{in(dc)(max)} = \frac{V_{CC}^2}{\pi R_L} \quad , \quad P_{o(ac)} = \frac{V_{o(rms)}^2}{R_L} \quad , \quad V_{o(rms)} = \frac{V_{o(P)}}{\sqrt{2}} \Rightarrow P_{o(ac)} = \frac{V_{o(P)}^2}{2R_L}$$

$$\text{if } V_{o(P)} = V_{CC} \Rightarrow P_{o(ac)(max)} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} \quad , \quad \eta = \frac{P_{o(ac)}}{P_{in(dc)}} \times 100\%$$

$$\eta_{(max)} = \frac{\frac{V_{CC}^2}{2R_L}}{\frac{V_{CC}^2}{\pi R_L}} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \eta_{(max)} = 78.5\%$$

$$P_{TQ} = P_{in(dc)} - P_{o(ac)} = \frac{1}{2} P_{o(ac)(max)} \Rightarrow P_{TQ} = \frac{1}{2} P_{o(ac)(max)} \quad , \quad P_{TQ} = \frac{V_{CC} \times V_{o(P)}}{\pi R_L} - \frac{V_{o(P)}^2}{2R_L}$$

$$\Rightarrow P_{TQ(max)} = \frac{V_{CC}^2}{\pi R_L} \cdot \frac{\delta P_{TQ}}{\delta V_{o(P)}} = 0 \Rightarrow V_{o(P)} = V_{in(P)} = \frac{V_{CC}}{2} \quad , \quad \text{ضریب شایستگی} = \frac{P_{Q(max)}}{P_{o(ac)(max)}} = 0.5$$

۱- if $V_{in} = V_o = \frac{2V_{CC}}{\pi} \Rightarrow P_{TQ} \rightarrow \max \Rightarrow \eta = 50\%$

۲- راندمان مدار نسبت به کلاس A زیادتر است.

۳- حداقل توان انتخابی و مجاز برای ترانزیستورها $\frac{1}{5}$ توان حداکثر خروجی است.

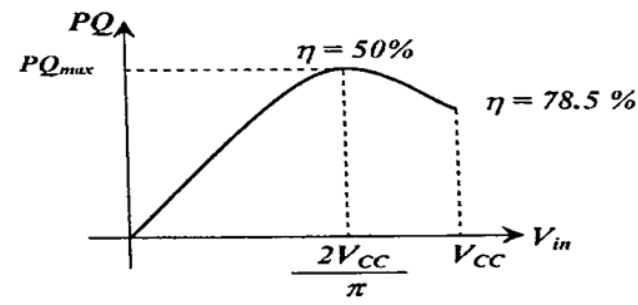
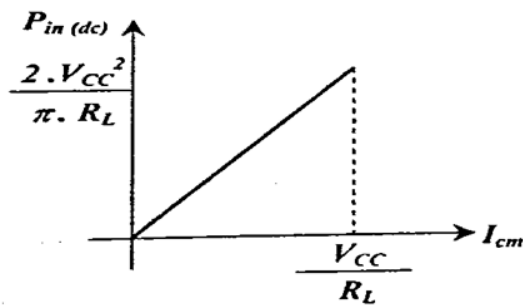
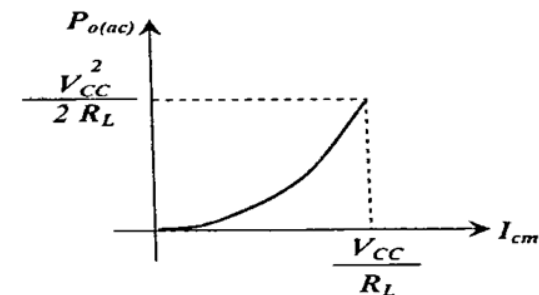
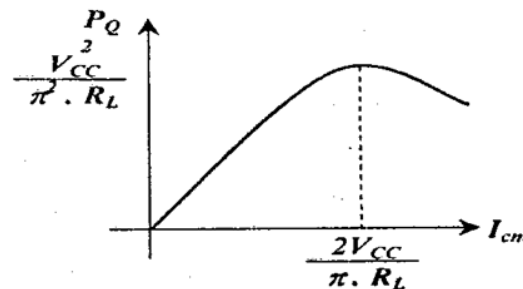
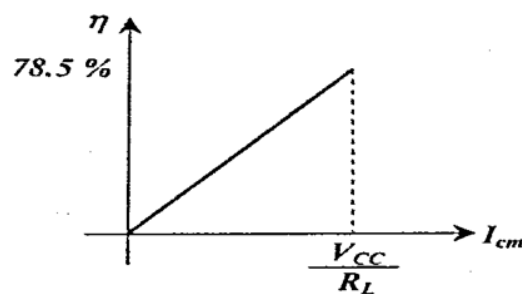
۴- به ازای تحویل یک وات توان در خروجی $\frac{1}{5}$ وات توان در T_r ها تلف می شود.

۵- در پوش پول کلاس AB حداکثر توان تلفاتی به ازای وجود حداکثر جریان I_C یا $I_{C(max)}$ رخ نمی دهد.

۶- کلیه فرمولهای نوشته شده برای پوش پولی می باشد که دارای دو منبع تغذیه باشد. یا به عبارتی این فرمولها با فرض $V_{o(P)} = V_{CC}$ نوشته شده است. برای استفاده از این فرمولها برای پوش پولهای کامپلی منتاری به همراه یک منبع تغذیه و خازن باید مقدار V_{CC} به $\frac{V_{CC}}{2}$ در کلیه فرمولها (به جز $P_{in(dc)}$) تبدیل شود.

۷- تغییرات بازده و توانهای خروجی و تلفات ترانزیستور توان ورودی dc در نمودارهای زیر بر حسب تغییر I_{Cm} رسم شده است.

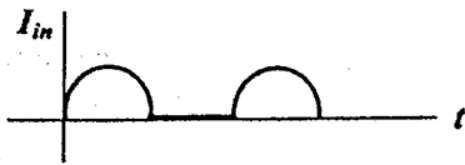
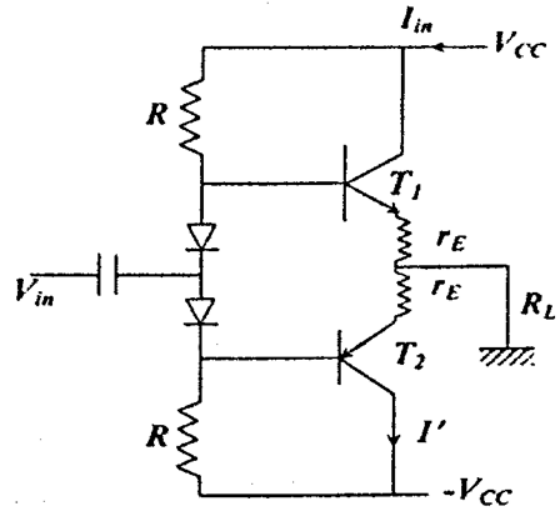
if $V_{in(P)} = \frac{2V_{CC}}{\pi} \Rightarrow P_Q \rightarrow \max \Rightarrow \eta = 50\%$



محافظت در برابر اتصال کوتاه در پوش پول‌ها

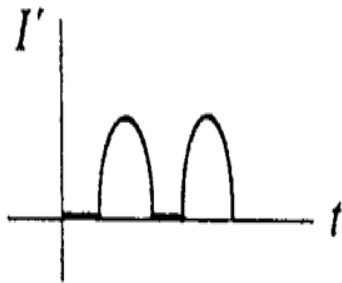
در صورت اتصال کوتاه شدن خروجی جریان I_L از حد نرمال افزایش می‌یابد. در حالت کار عادی مقدار I_L در R_{E1} ضرب می‌شود اما به اندازه‌ای نمی‌باشد که بتواند T_3 را روشن کند اما با افزایش I_L در صورت جریان اتصال کوتاه افت ولتاژ روی R_{E1} به اندازه‌ای است که T_3 روشن می‌شود و با روشن شدن T_3 جریان I_B ترانزیستور T_1 کاهش دارد و لذا I_L و I_{E1} کاهش پیدا کرده و محدود می‌شود و از آسیب دیدن T_1 جلوگیری می‌شود.

مثال: در مدار زیر شکل موج I_{in} کدام است؟



با توجه به اینکه T_1 فقط در سیکل $\oplus$ هدایت می‌کند لذا:

مثال: در مدار قبلی شکل موج I' کدام است؟

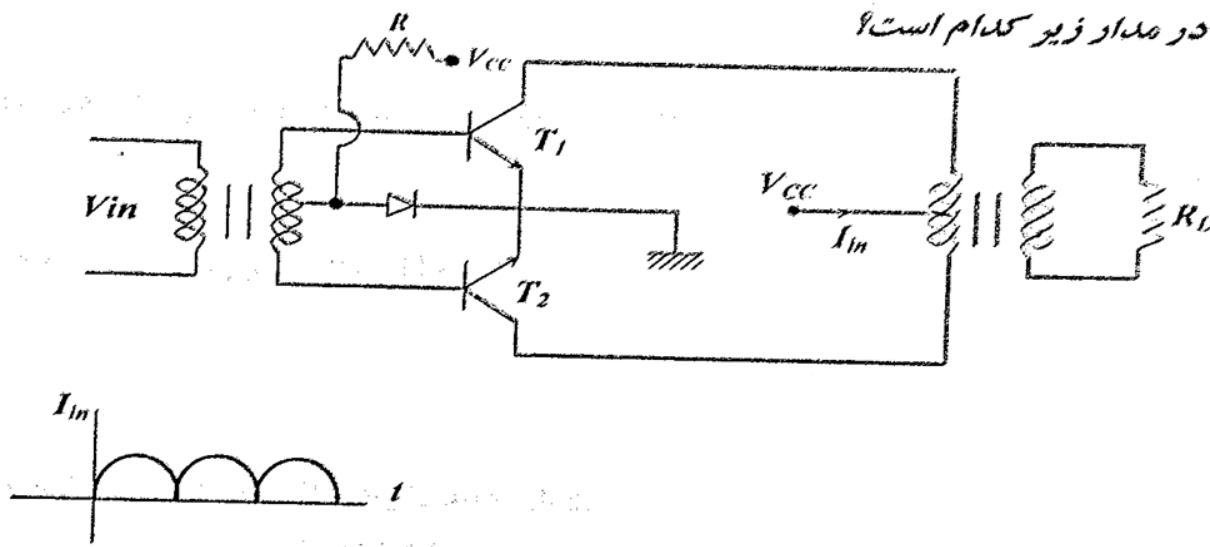


با توجه به اینکه T_2 در سیکل منفی هدایت می کند لذا:

مثال: در مدار قبلی دلیل استفاده از مقاومت‌های r_E کدام است؟

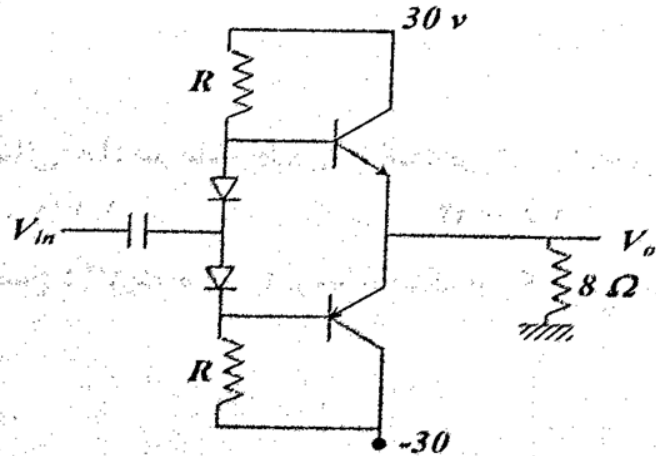
استفاده از مقاومت‌های r_E ناحیه خطی کار تقویت کننده را افزایش می دهد.

نکته: شکل موج I_{in} در مدار زیر کدام است؟



منبع V_{CC} در هر دو نیم سیکل پایانه‌های ورودی مثبت و منفی جریان را برای هدایت T_1 و T_2 فراهم می‌سازد.

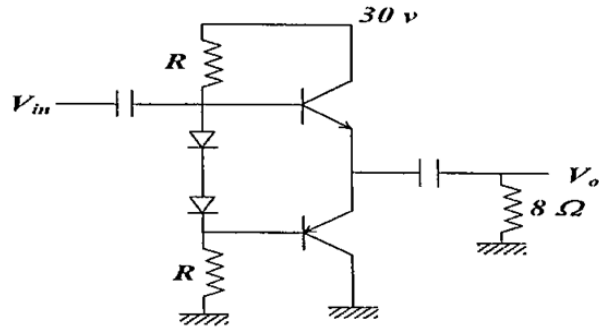
نکته: در مدار زیر حداکثر توان ac خروجی کدام است؟



$$P_{o(ac)(max)} = \frac{(V_o(P))^2}{2R_L} = \frac{V_{CC}^2}{2R_L} = \frac{30^2}{2 \times 8} = 56.25\text{ W}$$

در پرش پول کلاس B داریم:

مثال: در مدار زیر حداکثر توان ac خروجی کدام است؟



دقت شود وقتی از یک منبع به همراه خازن استفاده می شود $V_o(P) = \frac{V_{CC}}{2}$ است لذا داریم:

$$P_{O(ac)(max)} = \frac{V_o^2(P)}{2R_L} = \frac{\left(\frac{30}{2}\right)^2}{2 \times 8} = 14 \text{ W}$$

مثال: در مدار بالا حداکثر توان dc ورودی کدام است؟

$$P_{indc} = \frac{2V_{CC}}{\pi} \left(\frac{V_o(P)}{R_L} \right) \quad \text{در پوش پول کلاس B داریم:}$$

$$V_o(P) = V_{CC} \Rightarrow P_{indc(max)} = \frac{2V_{CC}^2}{\pi R_L} = \frac{2 \times 30^2}{\pi \times 8} = 71.6 \text{ W}$$

مثال: در مدار بالا حداکثر توان dc ورودی کدام است؟ ($\pi = 3.14$, $\pi^2 = 10$)

$$P_{indc} = \frac{2V_{CC}}{\pi} \left(\frac{V_o(P)}{R_L} \right) \quad \text{در پوش پول کلاس B داریم:}$$

در این حالت به علت وجود یک منبع تغذیه و خازن حداکثر $V_o(P) = \frac{V_{CC}}{2}$ است لذا داریم:

$$P_{indc} = \frac{2 \times 30}{\pi} \left(\frac{15}{8} \right) \Rightarrow P_{in(dc)(max)} = \frac{60}{3.14} \times \frac{15}{8} = 37.5 \text{ W}$$

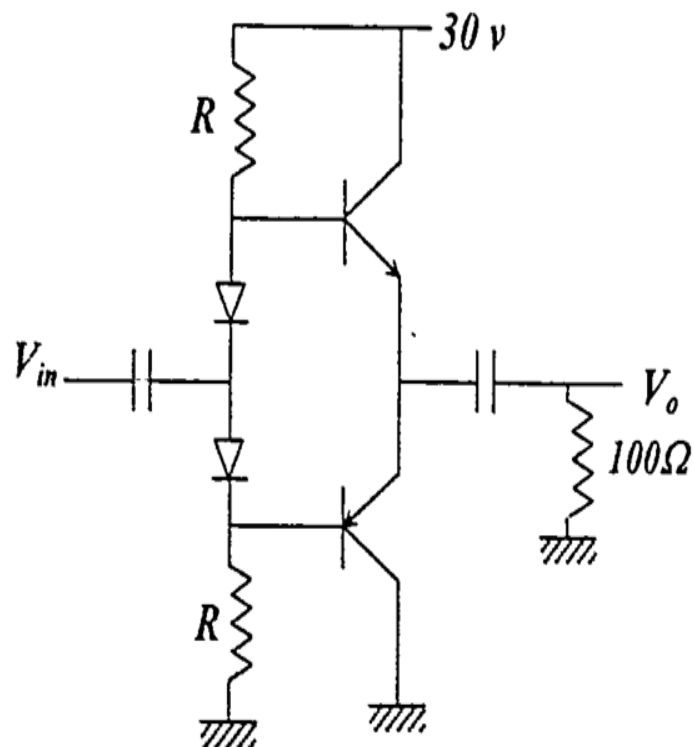
مثال: در مدار بالا حداقل توان انتخابی برای هر T_r کدام است؟

با توجه به اینکه از یک منبع تغذیه و یک خازن استفاده شده است. لذا:

$$P_T'(max) = \frac{V_{CC}^2}{4\pi^2 R_L} = \frac{30^2}{4 \times 10 \times 8} = 2.81 \text{ W}$$

دقت شود در فرمول $P_T(max)$ در حالت استفاده از یک منبع تغذیه V_{CC} به $\frac{V_{CC}}{2}$ تبدیل شده است و $P_T'(max)$ بدست آمده است.

مثال: در مدار زیر توان تلفاتی در T_r ها کدام است؟



$$\pi = 3$$

$$V_{in} = 0.5 \sin \omega t$$

$$V_{in}(P) = V_o(P) = 0.5 \text{ V} , P_{rT} = P_{in}(dc) - P_o(ac)$$

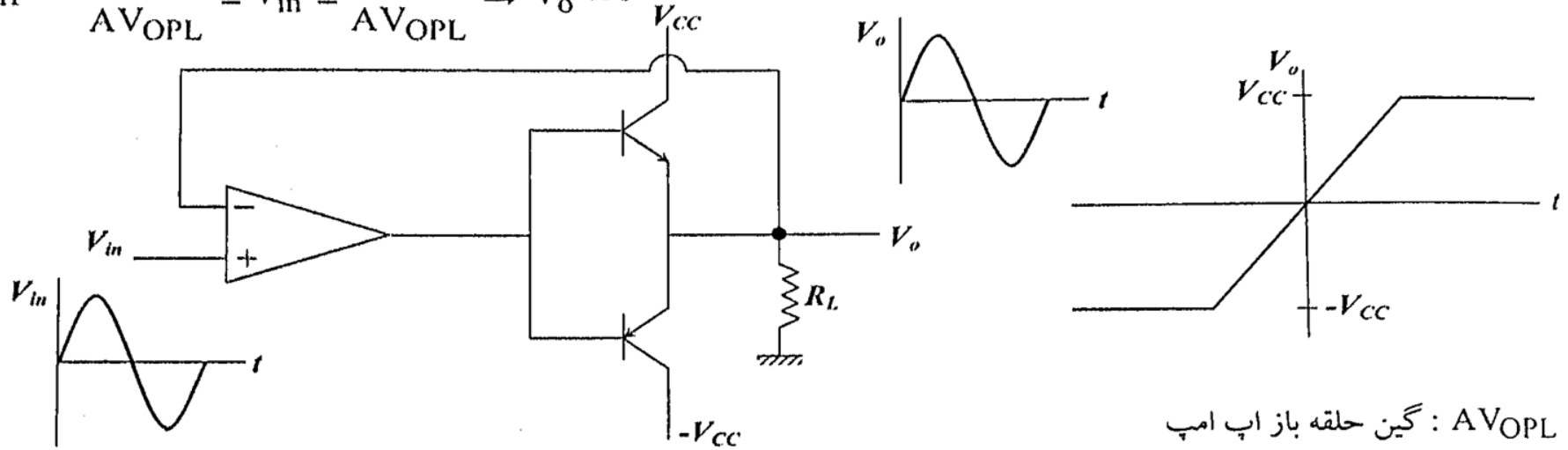
$$P_{rT} = \frac{2V_{CC}}{\pi} \left(\frac{V_o(P)}{R_L} \right) - \frac{(V_o(P))^2}{2R_L} = \frac{2 \times 30}{3} \times \left(\frac{0.5}{100} \right) - \frac{0.5^2}{2 \times 100}$$

$$\Rightarrow P_{rT} = 0.1 - 1/20 \times 10^{-2} = 0.09 \text{ W} = 9 \text{ mW}$$

استفاده از اپ امپ برای حذف اعوجاج مقطعی

در مدار روبرو وجود اپ امپ باعث حذف اعوجاج مقطعی می شود لذا عرض باند مرده به صورت زیر تغییر دارد:

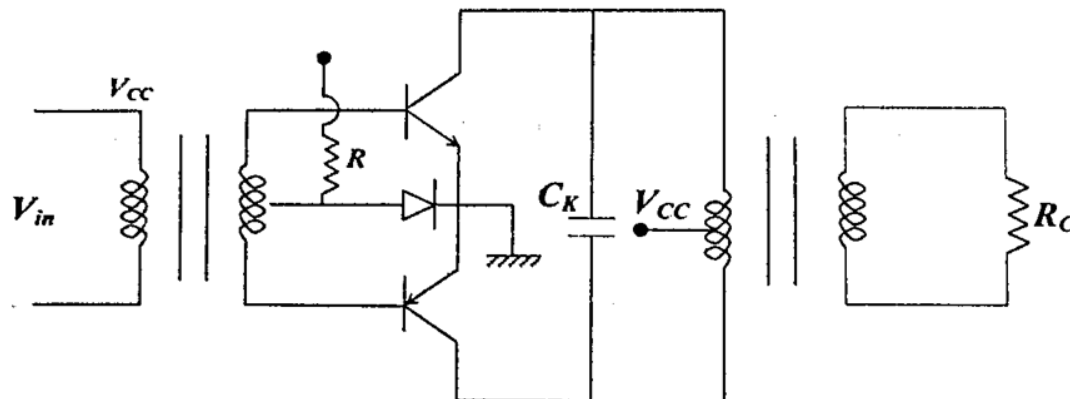
$$\text{if } -\frac{V_\gamma}{AV_{OPL}} \leq V_{in} \leq \frac{V_\gamma}{AV_{OPL}} \Rightarrow V_o = 0$$



AV_{OPL} : گین حلقه باز اپ امپ

لذا دیده می شود که در این مدار عرض باند مرده به صفر رسیده و خروجی بدون اعوجاج است.

جبران سازی امپدانس سلفی در فرکانس بالا در پوش پول



خازن C_K همانند کلاس A با کوپلاژ ترانسفورمری باعث کاهش امپدانس کلکتورها در فرکانس های بالا در صورت وجود بار سلفی می شود.

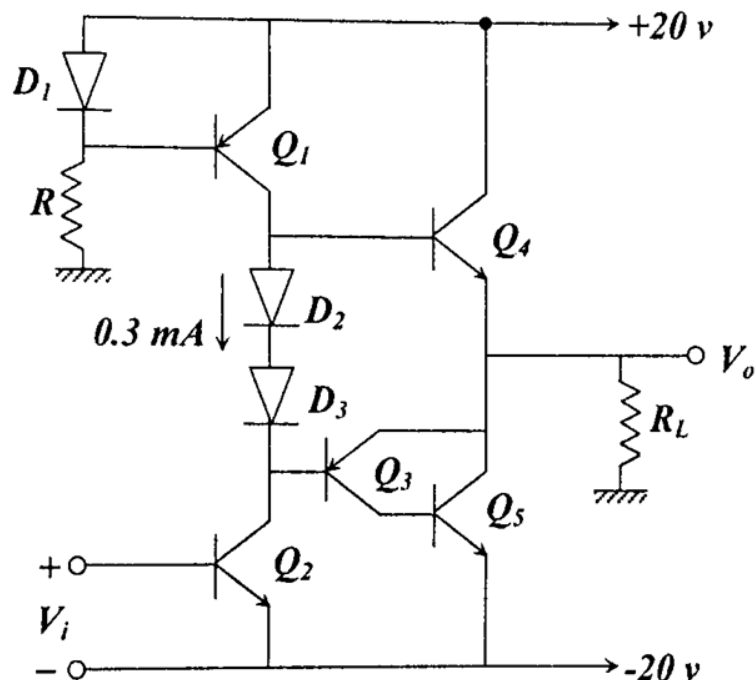
مثال: مدار شکل زیر به چه مقاومت باری حداکثر توان بدون اعوجاج تحویل می‌دهد؟

$$V_{BE} = 0.7, V_{CE(sat)} = 0.3V, \beta = 50$$

مشخصات ترانزیستورهای NPN:

$$V_{BE} = 0.7V, V_{CE(sat)} = 0.3V, \beta = 20$$

مشخصات ترانزیستورهای PNP:



حداکثر دامنه خروجی بدون اعوجاج زمانی است که ترانزیستورهای Q_1 یا Q_2 به اشباع بروند. لذا داریم:

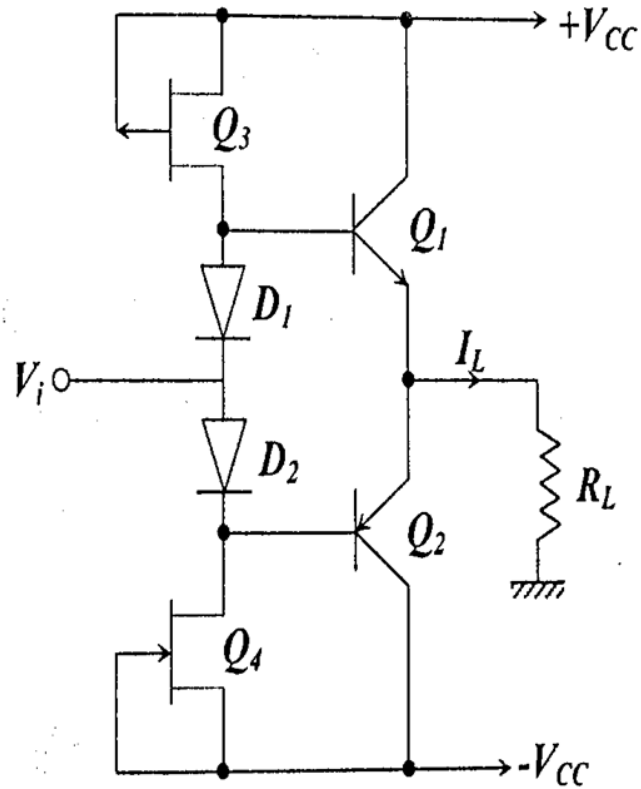
$$V_o(\max) = 20 - V_{CE_1(sat)} - V_{BE_1} = 20 - 0.3 - 0.7 = 19$$

حداکثر جریان بار زمانی خواهد بود که D_2 و D_3 قطع شوند و تمام 0.3 میلی آمپر به بیس Q_4 وارد شود. لذا داریم:

$$I_L(\max) = 0.3 \times \beta = 0.3 \times 50 = 15 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow R_L = \frac{19}{15 \text{ mA}} = 1.26 \text{ k}\Omega = 1260 \Omega$$

مثال: اگر ترانزیستورها مشابه و دیودها نیز مشابه باشند و $I_{DSS} = 5 \text{ mA}$ و $\beta_1 = \beta_2 = 30$ و مینیمم جریان لازم برای بایاس دیودها $I_{Dmin} = 1 \text{ mA}$ باشد در آن صورت حداکثر جریان خروجی برابر است با:

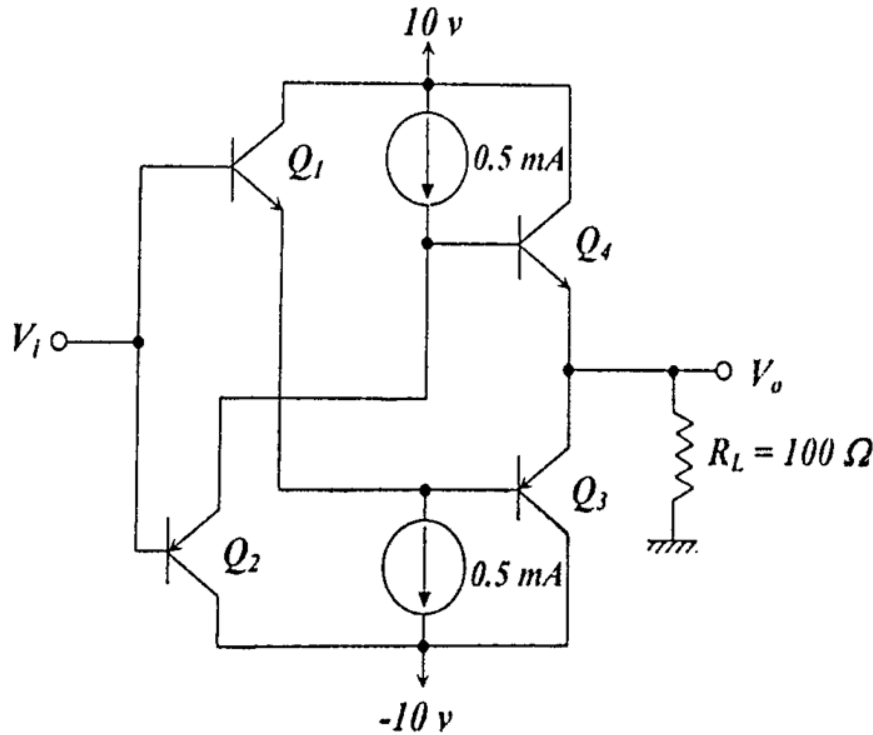


باتوجه به صفر بودن V_{GS} در Q_3 داریم:

$$I_{B1} = I_{DSS} - I_{D(min)} = 5 - 1 = 4 \text{ mA}$$

$$I_{L(max)} = \beta \times I_{B1} = 30 \times 4 = 120 \text{ mA}$$

مثال: در مدار شکل زیر در صورتیکه منابع جریان D ایده آل بوده و $\beta_1 = \beta_2 = 100$ و $\beta_3 = \beta_4 = 100$ و $|V_{BE(on)}| = 0.7V$ و $|V_{CE(sat)}| = 0.2V$ باشند، حداکثر دامنه نوسان متقارن و حداکثر توان خروجی بدون اعوجاج خروجی را بدست آورید.



حداکثر جریان خروجی زمانی حاصل خواهد شد که منبع جریان $0.5mA$ کاملاً وارد بیس Q_4 شود. لذا

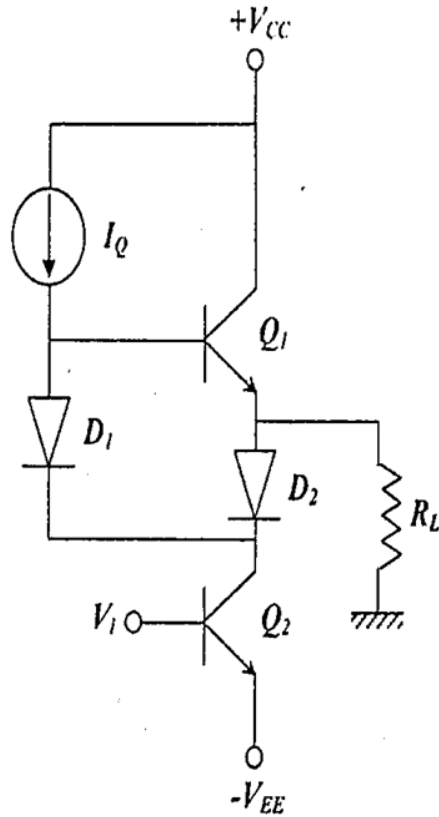
داریم:

$$I_L(\max) = \beta_4 \times 0.5mA = 100 \times 0.5 = 50mA$$

$$\Rightarrow P_o(ac)(\max) = \frac{1}{2} I_L^2 . R_L = 50^2 \times 100 \times \frac{1}{2} = 125000 \mu W \Rightarrow P_o(ac)(\max) = 0.125W$$

$$V_o(ac)(\max) = I_L(\max) . R_L = 50mA \times 100 = 5V$$

مثال: در شکل زیر فرض کنید: $|V_{CEsat}| = 0.3V$, $\beta_1 = \beta_2 = 40$, $I_0 = 0.2mA$, $V_{CC} = V_{EE} = 15V$, $V_{D_1} = V_{D_2} = 0.7V$, $|V_{BE}| = 0.7V$ و حداکثر قدرت بدون اعوجاج اعمال شده به بار R_L چند میکرو وات است؟



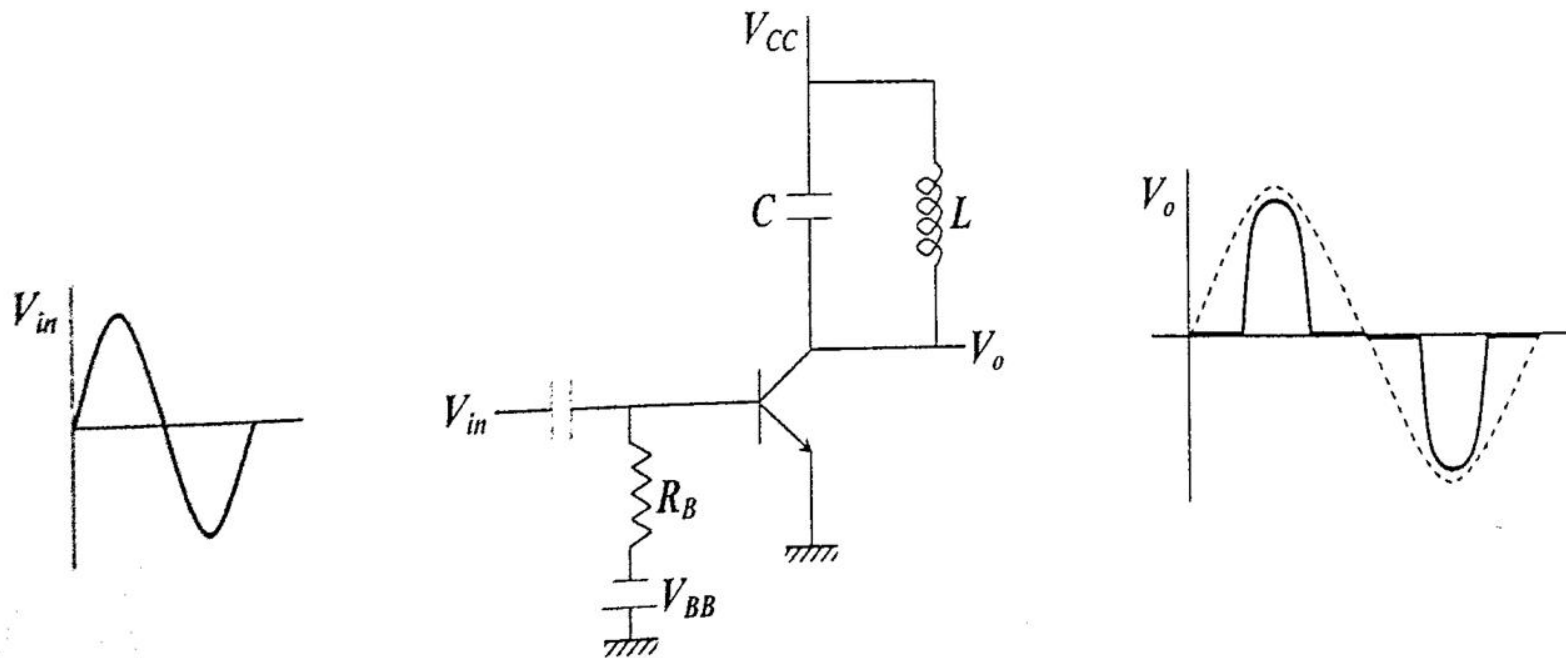
حداکثر توان بار R_L مربوط به حالتی است که جریان منبع جریان به طور کامل وارد بیس Tr_1 شود لذا داریم:

$$I_{B_m} = 0.2mA \Rightarrow I_{E_m} = (\beta + 1)I_{B_m} = 40 \times 0.2 = 8mA$$

$$P_o(ac) = \frac{1}{2} R_L I_{E_m}^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 8 = 256 \mu W$$

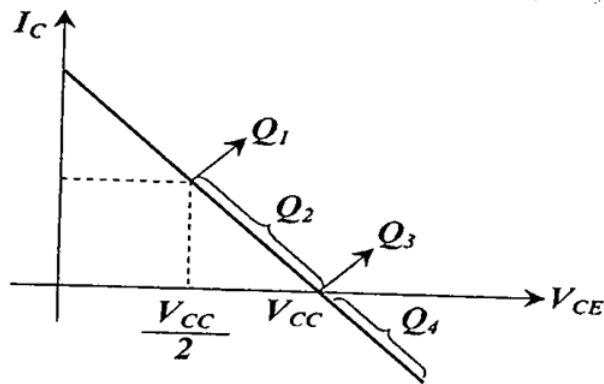
کلاس C

در کلاس C همانطور که گفته شد هدایت در مقداری از یک نیم سیکل انجام می شود دقت شود که بایاس فراهم شده برای Tr به صورت معکوس است. این مدار به نام تقویت کننده باند باریک نیز مشهور می باشد زیرا در کلکتور خود دارای یک مدار LC می باشد که در فرکانس خاص رزونانس کرده و با افزایش امپدانس آن گین مدار بالا می رود.



لازم به ذکر است که راندمان این مدار از بقیه کلاسهای ذکر شده زیادتر و نزدیک به ۹۰ درصد است و کاربرد آن در مخابرات می باشد.

مقایسه تقویت کننده‌های کلاس‌های مختلف در محل نقطه کار

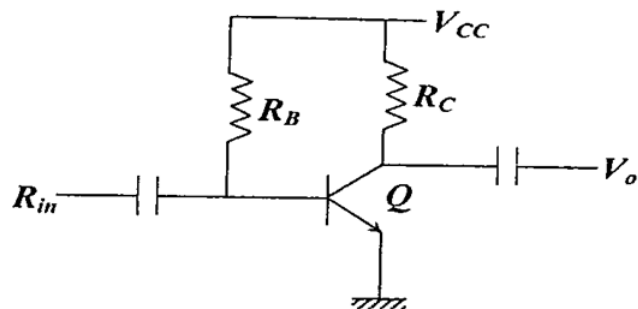


کلاس A : Q_1

کلاس AB : Q_2

کلاس B : Q_3

کلاس C : Q_4



با توجه به مطالب گفته شده برای مدار زیر داریم:

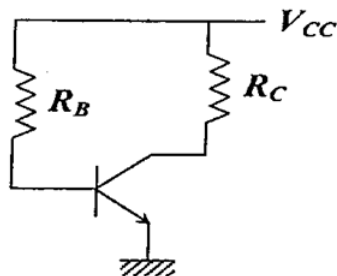
if $R_B = \beta R_C \Rightarrow Q$ (ترانزیستور اشباع است)

if $R_B = 2\beta R_C \Rightarrow Q$ (وسط خط بار) $\Rightarrow$ کلاس A

if $R_B > 2\beta R_C \Rightarrow$ کلاس AB

if $R_B \rightarrow \infty \Rightarrow$ کلاس B

مثال: در مدار زیر بهترین مقدار R_B برای کار تقویت کننده در کلاس A کدام است؟



$$V_{CE(sat)} = V_{BE} = 0$$

بر طبق مطالب گفته شده برای کلاس A باید $R_B = 2\beta R_C$ باشد.

مثال: جهت به اشباع رفتن مدار قبلی مقدار R_B کدام است؟

با توجه به مطالب گفته شده برای حالت اشباع باید $R_B = \beta R_C$ باشد.

محدودیت‌های حرارتی ترانزیستور

با توجه به اینکه هر جسم در برابر عبور حرارت از خود واکنش نشان می‌دهد لذا دارای یک مقاومت حرارتی خاصی می‌باشد که با θ یا R_{th} نمایش داده می‌شود و برحسب $\frac{^{\circ}C}{W}$ است. با توجه به اینکه در پیوندهای داخلی ترانزیستور در اثر عبور جریان حرارت ایجاد می‌شود این حرارت ایجاد شده باید به خارج ترانزیستور منتقل شود در مسیر انتقال حرارت از اتصال پیوند به خارج مقاومت‌های حرارتی زیر موجود است.

مقاومت حرارتی بین پیوند و بدنه: $R_{th(jc)}$ یا θ_{jc}

مقاومت حرارتی بین بدنه و خنک کننده: $R_{th(cs)}$ یا θ_{cs}

مقاومت حرارتی بین خنک کننده و محیط: $R_{th(sa)}$ یا θ_{sa}

لذا مقاومت حرارتی بین هوای محیط با اتصال یا نقطه پیوند از حاصل جمع رابطه روبرو حساب می‌شود.
 $\theta_{ja} = \theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa}$
 با توجه به محدودیت‌های حرارتی در ترانزیستور رابطه زیر تعریف می‌شود:

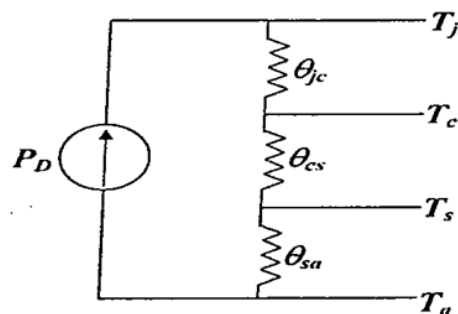
$$T_j - T_a = P_D \cdot (\theta_{ja})$$

T_a : حداکثر دمای محیط

T_j : حداکثر دمای اتصال

P_D : حداکثر توان تلفاتی مجاز

به جز روابط بالا روابط زیر نیز در این قسمت صادق هستند و مدار معادل الکتریکی فرآیند ذکر شده به صورت زیر است:



$$\theta_{jc} + \theta_{cs} = \theta_{js}$$

$$\theta_{js} + \theta_{sa} = \theta_{ja}$$

$$\theta_{cs} + \theta_{sa} = \theta_{ca}$$

$$T_j - T_s = \theta_{js} \cdot P_D$$

$$T_j - T_c = \theta_{jc} \cdot P_D$$

$$T_s - T_a = \theta_{sa} \cdot P_D$$

منحنی تغییرات توان تلفاتی به ازای تغییرات دمای بدنه به صورت زیر است:

تعریف ضریب نزول: مقدار کاهش توان مجاز تلفاتی به ازای یک درجه سانتیگراد ضریب نزول یا D نامیده می‌شود و رابطه آن با $P_{D(max)}$ به صورت زیر است:

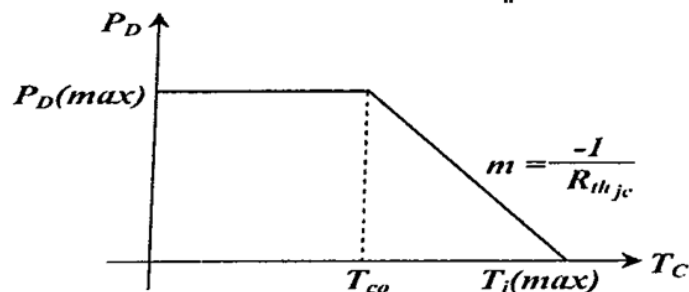
$$P_{D(max)} = P_{T_o} - D(T - T_o)$$

T : دمای محیط در حال حاضر

T_o : دمای ایده آل $25^{\circ}C$

$P_{D(max)}$: حداکثر توان تلفاتی مجاز در دمای T

P_{T_o} : حداکثر توان تلفاتی مجاز در دمای T_o



مثال: در یک Tr با مشخصات زیر حداکثر توان مجاز Tr برای کار کدام است؟

$$\theta_{jc} = 1/2 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{cs} = 0.6 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

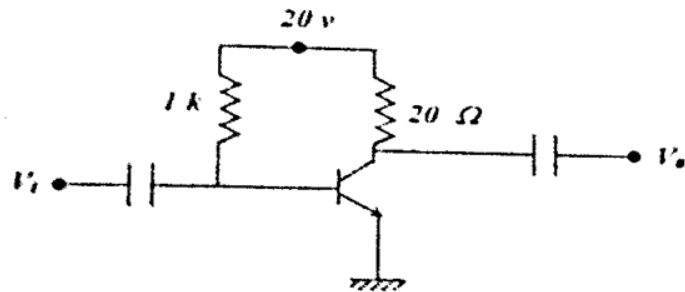
$$\theta_{sa} = 0.2 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$T_j(\text{max}) = 125^{\circ}\text{C}, \quad T_a = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_j - T_a = P_D \cdot \theta_{ja}$$

$$\theta_{ja} = \theta_{jc} + \theta_{cs} + \theta_{sa} = 1/2 + 0.6 + 0.2 = 1 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$T_j - T_a = P_D \cdot \theta_{ja} \Rightarrow 125 - 25 = P_D \cdot 1 \Rightarrow P_D = 100 \text{ W}$$



مثال: راندمان مدار زیر چند درصد است؟

$$\begin{cases} i_b = 1 \text{ mA (peak)} \\ V_{ip} = 10 \text{ mV} \\ V_{BE} = 0.7 \text{ V} \\ \beta = 100 \end{cases}$$

$$\% \eta = \frac{P_o(\text{ac})}{P_i(\text{dc})} \times 100$$

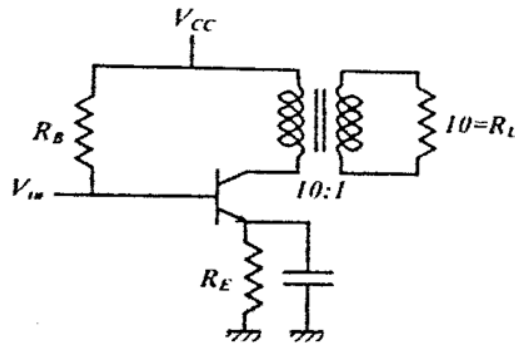
$$P_o(\text{ac}) = i_C(\text{rms})^2 \times R_C, \quad i_C(\text{rms}) = \beta(I_B)_{\text{rms}}$$

$$i_C(\text{rms}) = 10 \times \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad P_o(\text{ac}) = \left(\frac{10}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 20 = 0.625 \text{ watt}$$

$$P_i(\text{dc}) = V_{cc} \times I_{CQ}$$

$$\left. \begin{aligned} I_{B(Q)} &= \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20 - 0.7}{1 \text{ k}} = 19.3 \text{ mA} \\ I_{C(Q)} &= 100 \times 19.3 = 1.93 \text{ A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} P_i(\text{dc}) &= 20 \times 1.93 = 0.386 \text{ A} \\ \eta &= \frac{0.625}{0.386} \times 100 = 162\% \end{aligned}$$

مثال: مقدار توان مصرفی بار R_L کدام است؟



$$\beta = 200$$

$$I_b (p-p) = 1 \text{ mA}$$

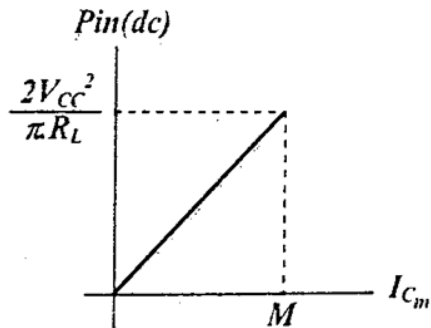
$$I_C = \beta I_b = 200 \times 10 \text{ mA} = 2000 \text{ mA}$$

$$I_L = \left(\frac{10}{1}\right) \times 2000 \text{ mA} = 20000 \text{ mA} \Rightarrow I_L = 2 \text{ A (P-P)}$$

$$I_L (\text{rms}) = \frac{I_L (P-P)}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{1}$$

$$P_L = I_{\text{rms}}^2 \cdot R_L = 10 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{1}\right)^2 = 20 \text{ W}$$

مثال: در نمودار تغییرات $P_{in}(dc)$ بر حسب I_{Cm} در یک تقویت کننده کلاس B مقدار نقطه M کدام است؟



$$\frac{V_{CC}}{\pi R_L} \quad (2)$$

$$\frac{2V_{CC}}{R_L} \quad (4)$$

$$\frac{V_{CC}}{R_L} \quad (1)$$

$$\frac{2V_{CC}}{\pi R_L} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه «۱» ☒