تکنیک پالس

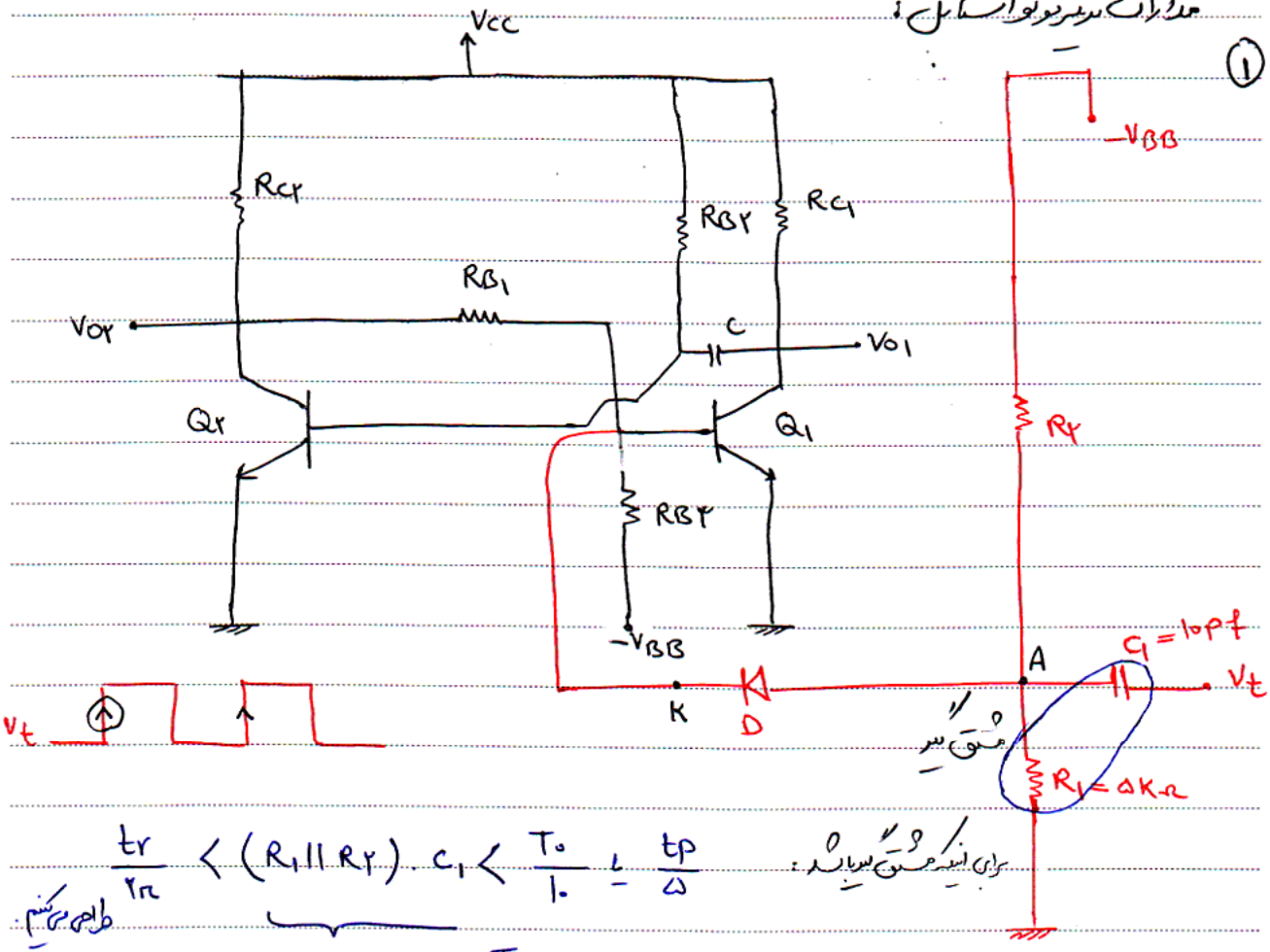
(بخش چهارم)

استاد سادات نوری

تهیه و تنظیم :

www.tbi-net.com

مدارات مولتی ویبراتور استابل:



$$\frac{t_r}{2\pi} < (R_1 \| R_2)\cdot C_1 < \frac{T_0}{10} - \frac{t_p}{5}$$

طراحی می‌کنیم.

برای اینکه مشتق بسازد:

$$22\,n\text{sec} < \frac{T_0}{10} \rightarrow T_0 > 220\,n\text{sec}$$

$$\rightarrow f_0 < \frac{1}{220\,n\text{sec}}$$

در حالت دائمی C_1 مدار باز می‌شود.

باید $t_r < 33\,ns \cdot 2\pi$

$$\rightarrow t_r < 207\,n\text{sec}$$

$$V_A = \frac{R_1}{R_1+R_2}\times(-V_{BB}) = \frac{-5}{5+10}\times 10 = -3.2 \text{ ولت}$$

$$V_K = V_{B_1} = -1.86 \text{ ولت}$$

در مثال مقابل:

$\rightarrow D: off$

اما اگر بدیم که مدار با دامنه‌ی زیر کار کند، ۲/۱۴ ولت به مدار اعمال شود

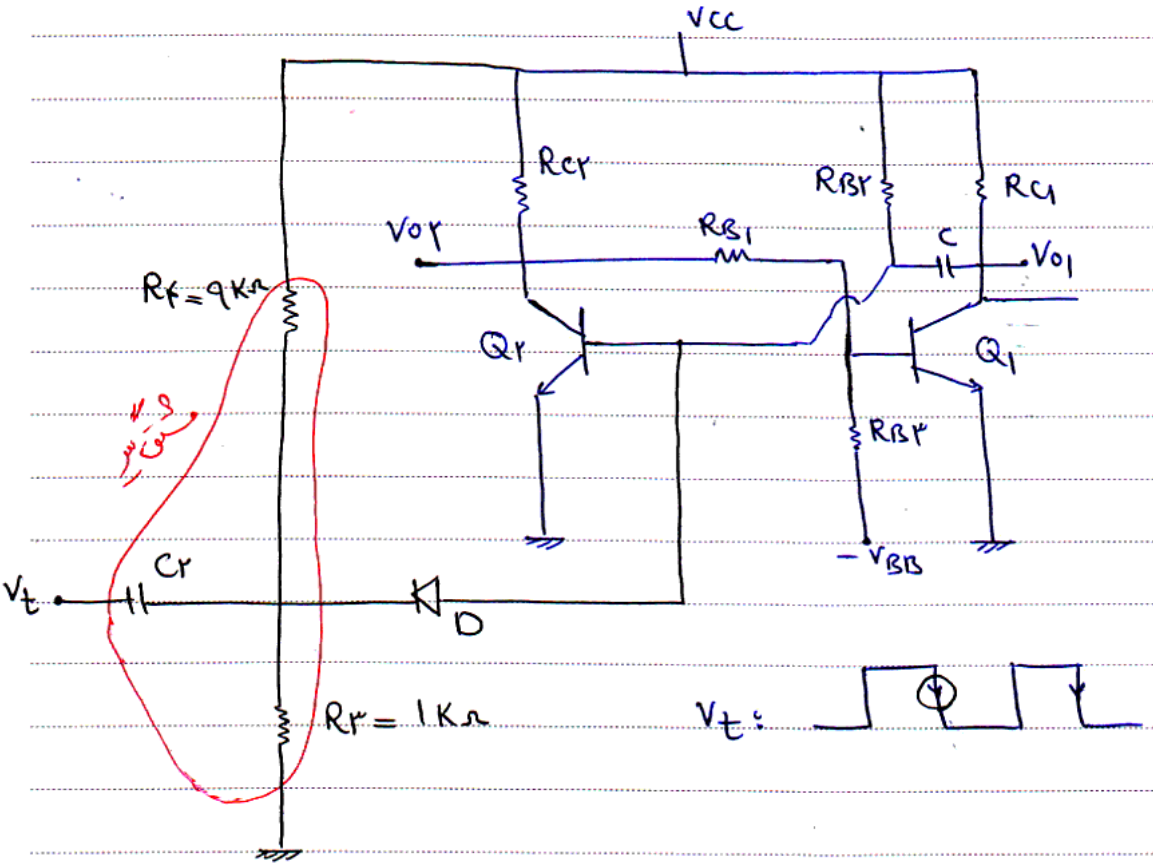
در این حالت دیود روشن خواهد شد و تغییر حالت می‌دهد.

Subject :

Year . Month . Date . ( )

$V_D = V_A - V_K = -۴,۲ - (-۱,۸۹) = -۱,۴۴$

(۲)



$V_K = \frac{R_۳}{R_۳ + R_f}(V_{cc}) = \frac{۱}{۱۰} \times ۱۰ = ۱$ ولت

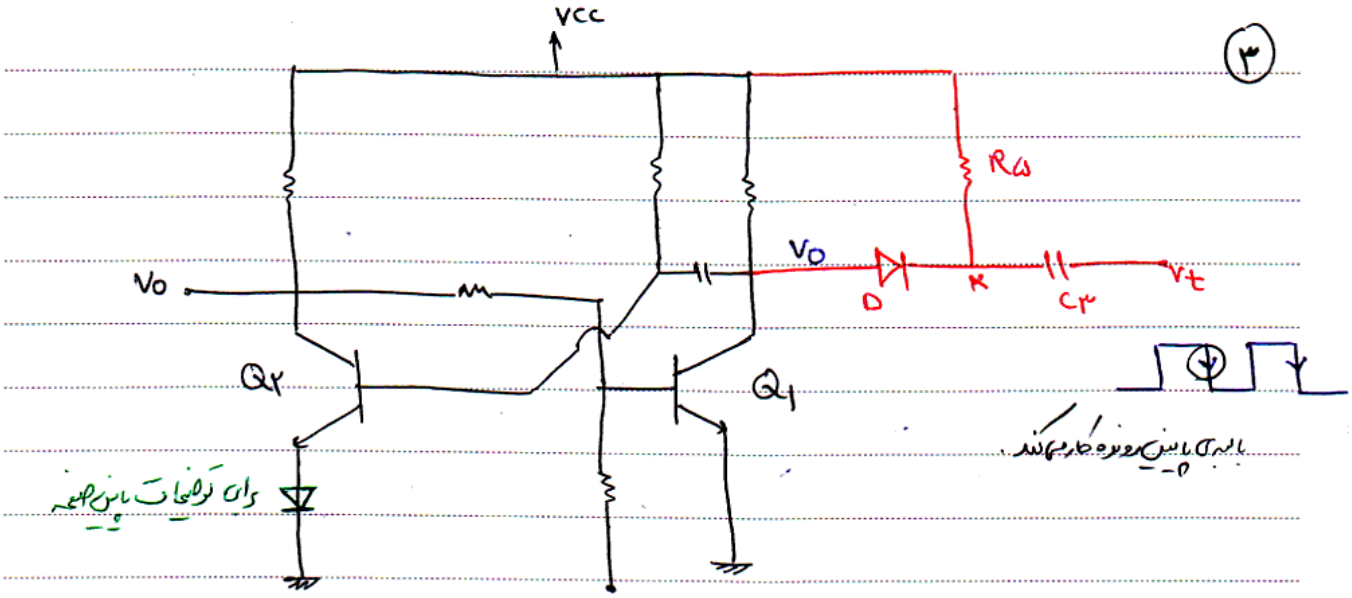
$V_A = ۰V$

} → D: off است

اما ابتدا دیود با باتری بزرگ‌تر از ۱ ولت اعمال شود، دیود روشن خواهد شد

$V_D = V_A - V_K = ۰V - ۱ = -۰,۳$ ولت

و تغییر حالت می‌دهد.



در حالت دائمی C۳ مدار باز می‌شود.

$V_K = Vcc$
$V_A = Vcc$ $\Big\} \rightarrow D: off$

در آستانه روشن شدن

جداقل دامنه پرسی ۰/۷ ولت است در دامنه‌ی منفی.

$$V_{B۲}(T) = ۲V_\gamma$$

$$V_{B۲}(۰) = -۰/۱V - Vcc \rightarrow T = R_{B۲}.C \ln \frac{-۰/۱V - Vcc - Vcc}{۲V_\gamma - Vcc} \simeq ۰/۶۹۳ R_{B۲}.C$$

$$V_{B۲}(\infty) = Vcc$$

مدار با لبه‌ی افتاده‌ی Q۲ یک مونوستابل دهیم. روابط با توضیحات پایین

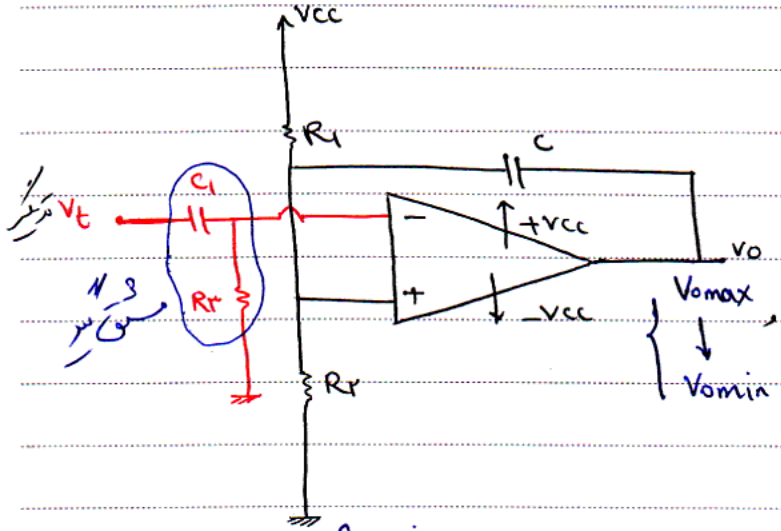
در ولتاژهای Vcc بزرگ در هنگام اعمال پرسی ولتاژ منفی $-Vcc - ۰/۱V$ بر روی سر ترانزیستور Q۲ وارد می‌شود.

این ولتاژ منفی بزرگ باعث شکست شدن پیوند p-n می‌شود. برای حفاظت در برابر ولتاژهای منفی بزرگ از یک

www.tbi-net.com

دیود به صورت سری با امپدانس استفاده می‌شود که ولتاژ منفی زیاد در دو سر دیود pn واردی شود باعث جلوبری از سوختن ترانزیستور خواهد شد.

مدار مونو استابل با op_Amp:



مدیریک از نوع مثبت است.

در مدیریک از نوع مثبت هر وقت همیشه اشباع است، سرهای مثبت و منفی هم تا نزدیک شدند.

با توجه به اینکه مدیریک op_Amp از نوع مثبت است هر وقت در اشباع منفی یا در اشباع مثبت است.

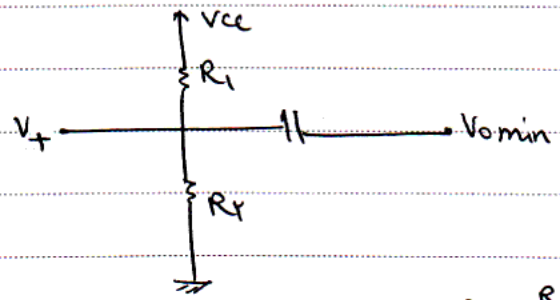
در حالت دائمی خازن C مدار باز است.

$$\begin{cases} V_- = 0 \\ V_+ = \underbrace{\frac{R_2}{R_1+R_2}}_{B} \times Vcc = BVcc \end{cases} \longrightarrow V_+ > V_-$$

لذا هر وقت در اشباع مثبت است

$V_o = V_{omax}$

اگر بتوری ۲ مدار با دامنه‌ی بزرگ‌تر از $BVcc$ اعمال شود $V_- > V_+$ شده، $V_o = V_{omin}$ می‌شود.



این حالت ناپایدار است.

$0 < B < 1$

همواره اتفاق می‌افتد.

$$B = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

P4PCO

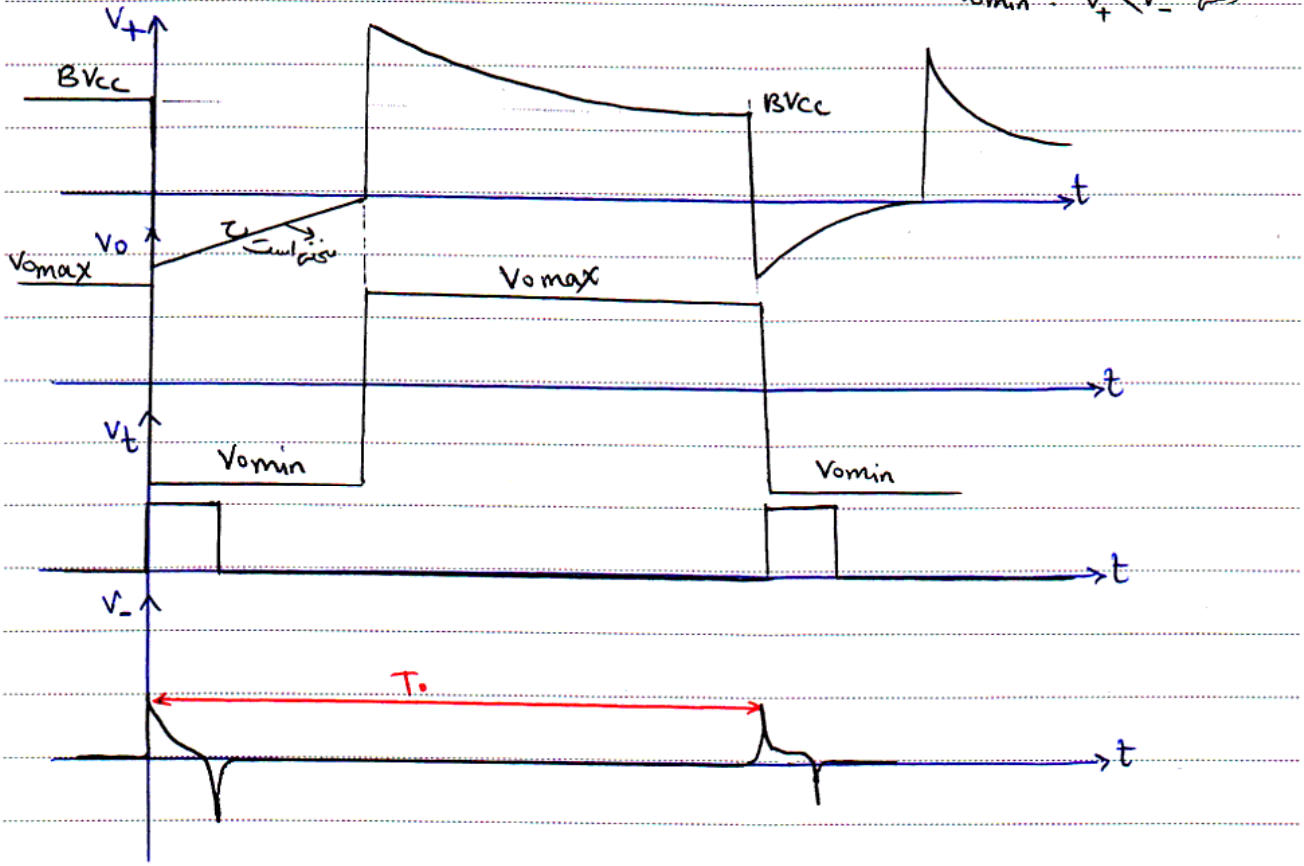
www.tbi-net.com

$$T \begin{cases} V_+(\infty) = \beta V_{cc} \\ V_+(0) = \beta V_{cc} - (V_{omax} - V_{omin}) < 0 \\ \tau = (R_1 \| R_2)\, C \\ V_+(T) = 0 \end{cases}$$

وقتی $V_+ > V_-$: V_{omax}

وقتی $V_+ < V_-$: V_{omin}

دوره‌ی تناوب برابر است با



R معادل

$$T = (R_2 \| R_2)\, C \ln \frac{V_{omax} - V_{omin}}{\beta V_{cc}}$$

(در مدار صفحه بعد)

برای موج‌ساز آب‌ابی

www.tbi-net.com

طراحی مدار مولتی استابل آپ امپ:

مدار مولتی استابل زیر را به صورت زیر طراحی کنید:

دامنه ی خروجی بین ۱۰- و ۱۰ ولت باشد.

$T = 100\,\mu s$ و حداکثر فرکانس کمپر برابر $f_0 = 1\,KHz$.

حل) ابتدا دامنه ی خروجی

$V_{CC} = V_{EE} = 10$ ولت

$0 < B < 1$ فرض می کنیم $B = \%25$ انتخاب می کنیم

$$B = \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \%25 \rightarrow \boxed{R_3 = 3R_2}$$

انتخاب: $R_2 = 2.7\,K\Omega$ ← استاندارد

$$\rightarrow R_3 = 8.1\,K\Omega \sim 8.2\,K\Omega$$

$$T = (R_2 \parallel R_3)\, C \ln \frac{V_{omax} - V_{omin}}{BV_{CC}} = 100\,\mu s$$

$\frac{-(V_{omax} - V_{omin})}{0 - BV_{CC}}$

$$= (8.2^K \parallel 2.7^K)\cdot C \ln \frac{20}{\%25 \times 10} = 100\,\mu s$$

$47^K \cdot C = \%1\,ms \rightarrow C \cong 22nf$ حداقل ظرفیت خازنی که برای اینکار باید استفاده کنید.

حال شرط $T_0 \geq T + \Delta t$ برقرار است یا نه؟

این شرط همیشه باید برای مولتی استابل ها برقرار باشد.

بررسی شرط : $T_0 = \frac{1}{f_0} = 1ms$

$1ms \geq 100\mu s + 5\tau$ ✓ شرط برقرار است

$\tau = (R_2 \,||\, R_3)\, c = 0.4\ ms$

طراحی مستقیم $R_1 c_1 < \frac{T_0}{10} = 0.1\ ms$ و غیر مستقیم

انتخاب $c_1 = 10nf$

$R_1 < 10\ k\Omega$

* برای طراحی T لازم است R_2 یا R_3 را تغییر دهیم اما تغییر R_2 یا R_3 باعث تغییر B می‌شود لذا دامنه‌ی پریود که باید از BV_{cc} بزرگ‌تر باشد تغییر می‌کند (یک عیب). برای این هنگام طراحی T دامنه پریود ثابت باشد می‌توان از مقاومت R_4 به‌عنوان یک پتانسیومتر استفاده کرد. در این حالت : $T = (R_2 \,||\, R_3 + R_4)\, c \ln$ (تقریبی)

لذا با تغییر R_4 مقدار T تغییر می‌کند اما $B = \frac{R_2}{R_2 + R_3}$ تغییر نمی‌کند لذا دامنه پریود ثابت است.

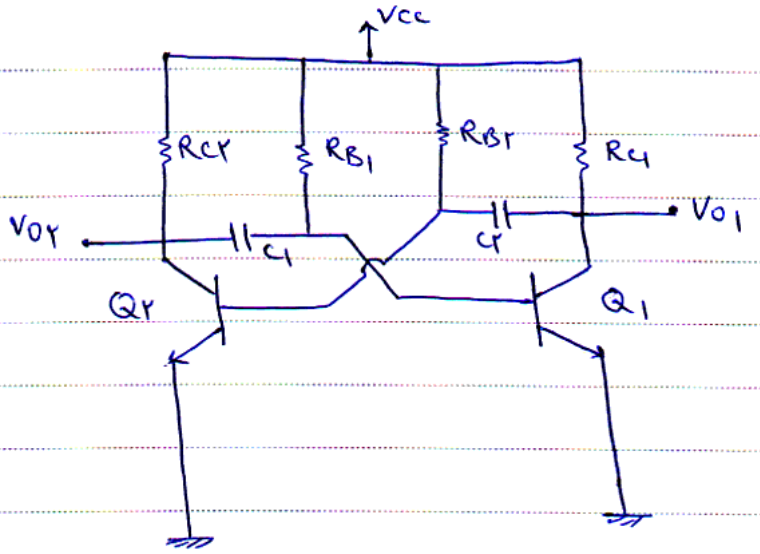
مدار ۳ استابل ترانزیستوری :

۵٪ سطل زیر مدار ۳ استابل را نشان می‌دهد :

www.tbi-net.com

Subject : ۸۳

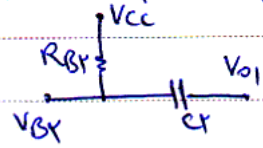
Year . Month . Date . ( )



در این مدار با زدن کلید منبع تغذیه به علت متفاوت بودن V_γ و β ترانزیستورها، یکی از آن‌ها زودتر روشن می‌شود.

فرض کنید Q_1 زودتر وصل (اشباع) و دیرتر قطع خواهد شد. بنابراین اگر Q_1 وصل شود $V_{O1} = V_{CEsat} \approx 0$

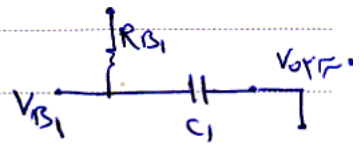
خواهد شد. بنابراین سمت خازن C_2 به اندازه‌ی V_{CC} روشن می‌شود. بنابراین سمت دیگر آن یعنی V_{B2} هم به V_{CC} می‌رسد.



Q_2 را خاموش می‌کند. اما در این حالت دائمی نیست چون $V_{O2} = V_{CC}$ $R_{C2}.C_2$ V_{CC} خود به خود

بنابراین V_{B2} به صورت نمایی با ثابت زمانی $R_{B2}C_2$ به سمت V_{CC} میل می‌کند اما همانگونه که گفته شد Q_2 زمانی که V_{B2} به V_γ برسد روشن می‌شود و در نتیجه $V_{O2} \approx 0$ اشباع و یک اُفت خازن C_1 به اندازه‌ی V_{CC} روشن می‌شود و در نتیجه خازن C_1 روشن شده و در سمت دیگر V_{B1} هم به همین اندازه روشن می‌شود $(V_{CC} - 0.7)$ و Q_1 را خاموش می‌کند. بنابراین V_{O1} به صورت نمایی با ثابت زمانی $R_{C1}.C_2$ به سمت V_{CC} میل می‌کند اما در این حالت دائمی نیست چون

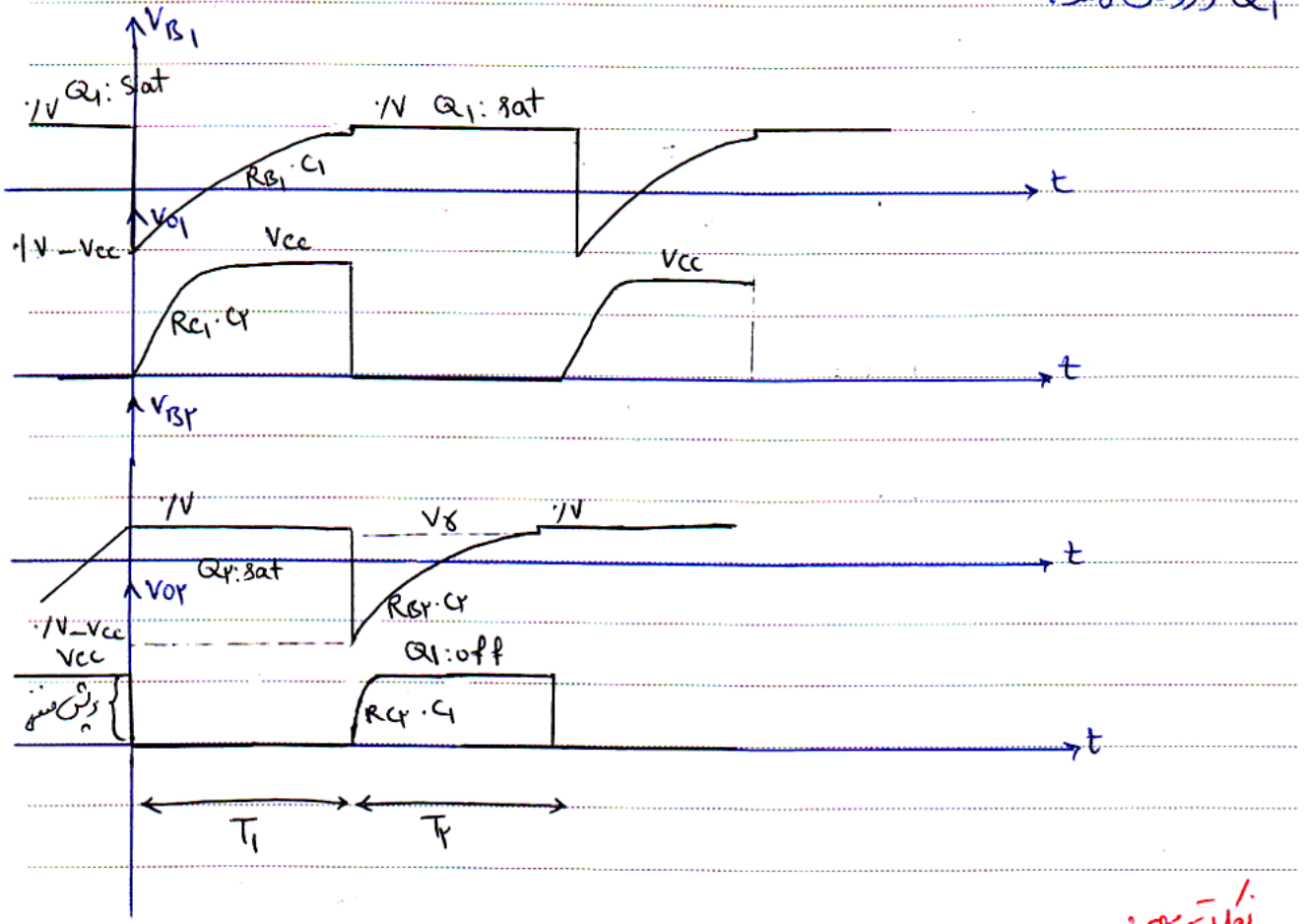
بنابراین V_{B1} به صورت نمایی با ثابت زمانی $R_{B1}.C_1$ به سمت V_{CC} می‌رسد و اندازه‌ی V_γ که برسد



PdPCO

www.tbi-net.com

Q_1 را روشن می‌کند.



نکات مهم:

۱) ظهور اوتات در ترانزیستور برای حفاظت در برابر ولتاژ منفی دریک ۰/۷ − V_{CC} از دیود زنر استفاده می‌شود.

۲) ظهور اوتات برای این بدون تغییر شکل یک دیود در ترانزیستور قرار می‌شود.

۳) برای اینکه خروجی مدار به مقدار نهایی خود V_{CC} برسد (در هنگام قطع بودن Q) باید

$T_1 > \Delta R_{C1} C_2$ و $T_2 > \Delta R_{C2} C_1$ باشد.

www.tbi-net.com

بعد از بستن سوئیچ:

$$T_1 \begin{cases} V_{B_1}(0) = +V - V_{CC} \\ V_{B_1}(\infty) = V_{CC} \\ \tau_1 = R_{B_1} \cdot C_1 \\ V_{B_1}(T_1) = V_\gamma \end{cases} \qquad T_2 \begin{cases} V_{B_2}(0) = +V - V_{CC} \\ V_{B_2}(\infty) = V_{CC} \\ \tau_2 = R_{B_2} \cdot C_2 \\ V_{B_2}(T_2) = V_\gamma \end{cases}$$

$$T_1 = R_{B_1} \cdot C_1 \ln \frac{+V - 2V_{CC}}{V_\gamma - V_{CC}} \approx 0.693\, R_{B_1} \cdot C_1 \qquad \tau_2 = R_{B_2} \cdot C_2$$

$$T_2 = R_{B_2} \cdot C_2 \ln \frac{+V - 2V_{CC}}{V_\gamma - V_{CC}} \approx 0.693\, R_{B_2} \cdot C_2$$

دوره تناوب $T_0 = T_1 + T_2$ فرکانس نوسان آزاد $f_0 = \frac{1}{T_0}$

مثال عددی:

$$\begin{cases} R_{C_1} = R_{C_2} = 1\,K\Omega \\ R_{B_1} = R_{B_2} = 22\,K\Omega \\ C_1 = C_2 = 100\,pF \end{cases} \qquad \begin{cases} V_\gamma = 0.5 \text{ ولت} \\ \beta = 50 \\ V_{CE_{sat}} = 0 \text{ ولت} \\ V_{CC} = 10 \text{ ولت} \end{cases}$$

بررسی: Q_1 اشباع؟

$$I_{B_1 min} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_{B_1}} = \frac{10 - 0.7}{22} = 0.42\,mA$$

✓ $\beta I_{B_1 min} > I_{C_1 sat}^{max}$

در برقراری شرایط

$$I_{C_1 sat max} = \frac{V_{CC} - V_{CE sat}}{R_{C_1}} + \frac{V_{CC} - V_{B_2 min}}{R_{B_1} \; R_{B_2}} =$$

$$\frac{10 - 0}{1} + \frac{10 - (+V - V_{CC})}{22} = 10.18\,mA$$

$\beta I_{B_1 min} = 21\,mA > I_{C_1 sat max} \longrightarrow$ اشباع Q_1

به علت تقارن بستن Q_2 هم همگام وصل بودن اشباع است.

P4PCO

www.tbi-net.com

$T_1 = 0.693\, R_{B_1} \cdot C_1 = 69 \mu sec$

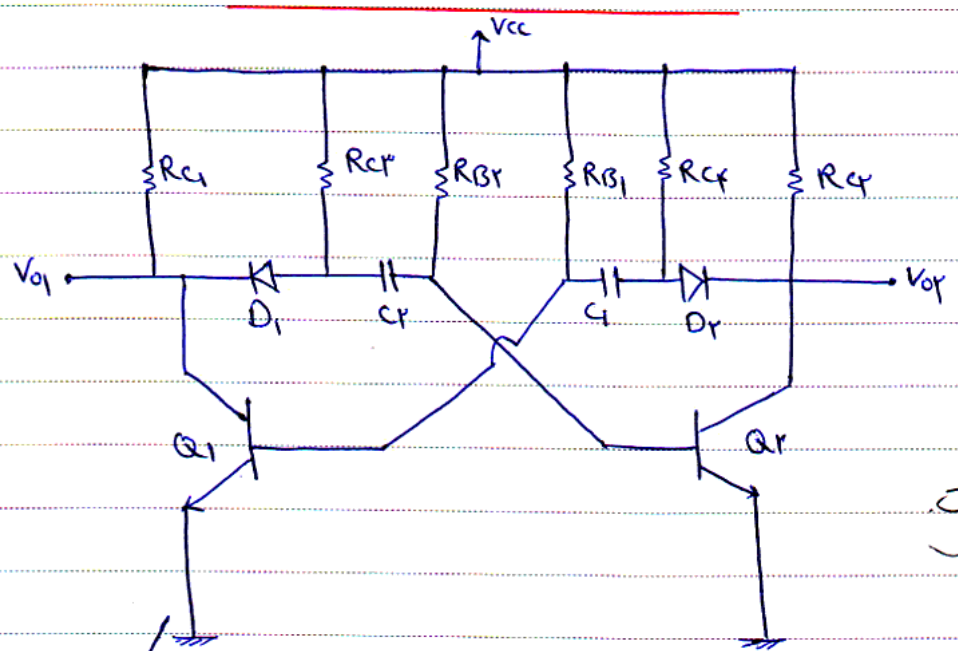
$T_2 = 0.693\, R_{B_2} \cdot C_2 = 69 \mu sec$

$T_0 = T_1 + T_2 = 138 \mu sec \qquad f_0 = \frac{1}{T_0} = 7.24\ kHz$

$T_1 > 5 R_{C_1} \cdot C_2 \rightarrow 69\mu sec > \underbrace{5 \times 1k\Omega \times 100\,pf}_{0.5\,\mu sec}$ ✓

$T_2 > 5 R_{C_2} \cdot C_1$ ✓

برای رسیدن خروجی V_{cc} و ضمام قطع بودن



خروجی این مدار پالس است.

در این مدار اگر Q_2 رضا خاموش شود V_{o2} می خواهد V_{cc} شود لذا D_2 را خاموش می کند بنابراین V_{o2}

به صورت پرش V_{cc} خواهد شد و ارتباط آن با C_1 قطع می شود. اما خازن Q_2 روشن باشد دیود D_2 روشن

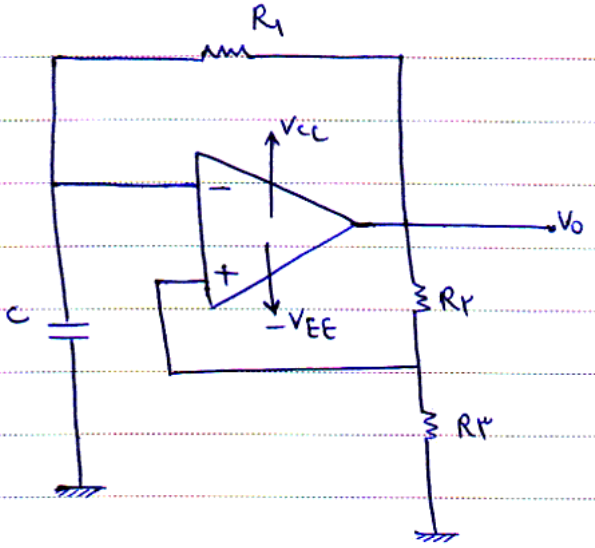
است لذا مقاومت R_{C2} و R_{C4} با هم موازی هستند و اگر $R_{C4} \gg R_{C2}$ باشد لذا $R_{C4} \parallel R_{C2} \simeq R_{C2}$

* در آستابل با op-Amp اگر بدون نت باشد $t_p = T_2$
اگر با نت باشد $t_p = T_1$

همین D واژ R_{ON} حذف می‌شود. برای D هم یک مسیر بای پس برای می‌شود.

مدار آستابل با op_Amp:

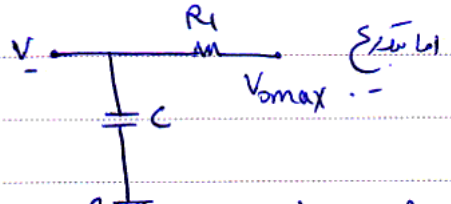
مدار شکل زیر یک آستابل را نشان می‌دهد:



در این مدار با باز شدن کلید Vcc یک لحظه خازن C اتصال کوتاه شده و سیگنال منفی باز می‌شود لذا خروجی با دامنه منفی با مثبت می‌باشد.

فرض کنیم: $V_o = V_{omax}$ در این حالت $V_+ = \frac{R_3}{R_3+R_2} V_{omax}$ اما $V_- < V_+$ است.

$= \beta V_{omax}$



اما بتدریج

با ثابت زمانی R_1C خازن شارژ می‌شود و هر گاه $V_- = V_+ = \beta V_{omax}$ شد و از آن بیشتر شود $V_- > V_+$

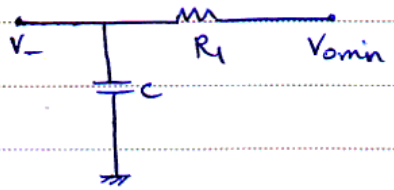
$V_o = V_{omin}$ شده و خروجی دامنه منفی می‌رود و

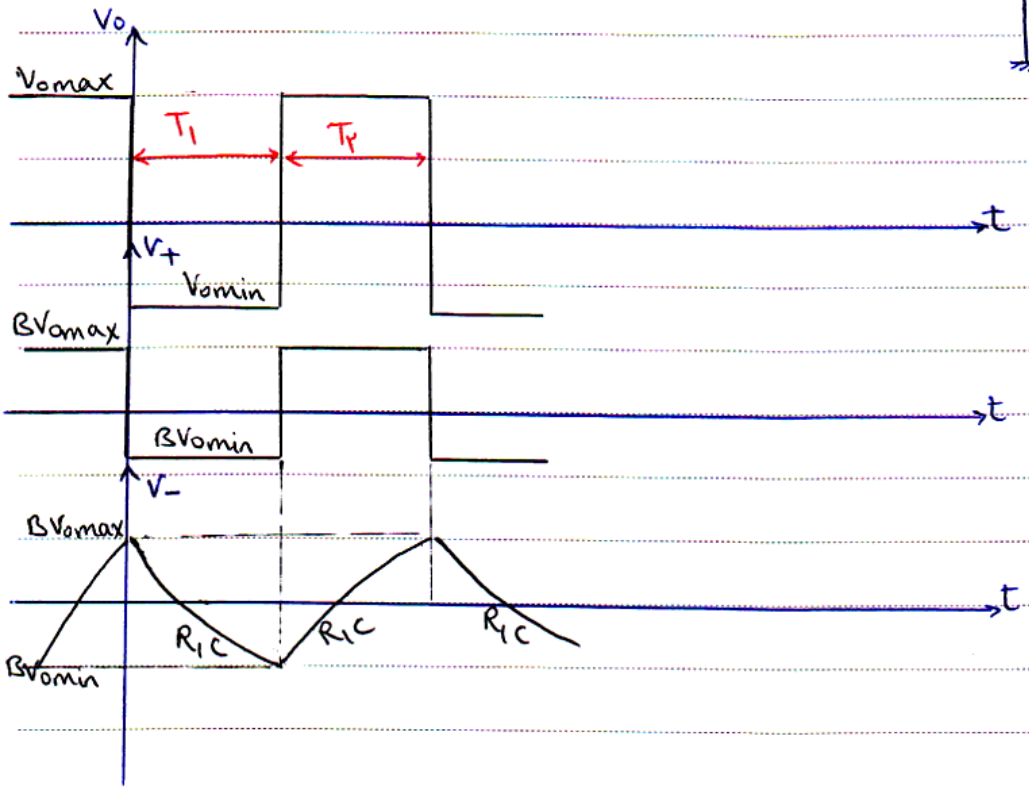
www.tbi-net.com

با این فرض که $V_o = V_{omin}$ باشد لذا $V_- > V_+ = BV_{omin}$ است حال مدار را یک بار Rc پایین تر

است که خازن c با ثابت زمانی $R_1 c$ تخلیه می شود و پایین می آید V_{omin} برسد با هر گاه

رسید و از آن کم تر شد $V_- < V_+$ شود و خروجی با شیب مثبت می رود و همین طور بین دو مقدار نوسان می کند





برای آشنایی با آپ امپ

$$T_1: \begin{cases} V_-(\infty) = V_{omin} \\ V_-(0) = BV_{omax} \\ V_-(T_1) = BV_{omin} \end{cases} \longrightarrow T_1 = R_1 c \ln \frac{BV_{omax} - V_{omin}}{(B-1)V_{omin}}$$

$$\tau = R_1 c$$

P4PCO

www.tbi-net.com

$$T_2: \begin{cases} V_-(\infty) = V_{omax} \\ V_-(0) = \beta V_{omin} \\ V_-(T_2) = \beta V_{omax} \\ \tau = R_1 C \end{cases} \longrightarrow T_2 = R_1 C \ln \frac{\beta V_{omin} - V_{omax}}{(\beta - 1) V_{omax}}$$

برای آستابل اپ امپ

$$T_0 = T_1 + T_2 \qquad f_0 = \frac{1}{T_0}$$

ظهر اوقات برای تنظیم دقیق خروجی در خروجی از دیود زنر استفاده می‌شود.

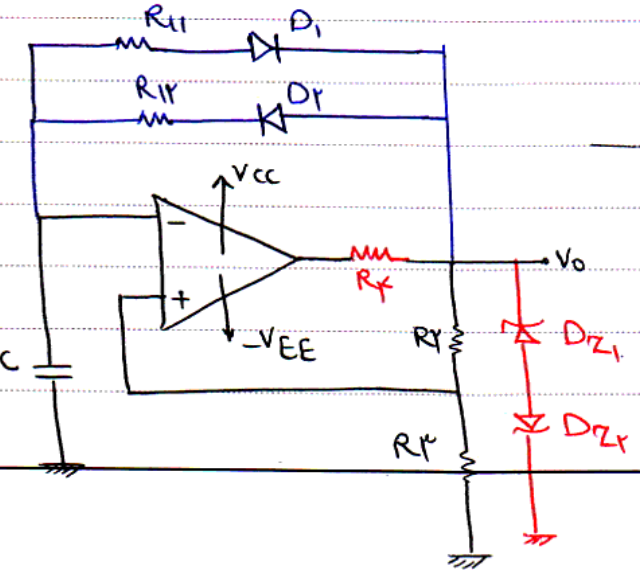
$$\begin{cases} V_{omax} = V_{Z_1} + \cdot/V \\ V_{omin} = -(V_{Z_2} + \cdot/V) \end{cases}$$

R_4 : مقاومت محدود کننده جریان است.

مثال) مداری را به گونه‌ای طراحی کنید $f_0 = 1KHZ$ و duty cycle = ۴۰٪ و خروجی $\pm$ ۶/۴ ولت

توجه کنید $1mA < I_Z < 10mA$ هر آستابل اپ امپی داشتیم Vcc را بیشتر از خروجی می‌گرفتیم.

از آن جایی که $V_{omax} = -V_{omin} \longrightarrow T_1 = T_2 \longrightarrow$ duty cycle = ۵۰٪



باید طراحی شود.

R_{11} و R_{12} در واقع با هم سری هستند.

P4PCO

www.tbi-net.com

Subject: 9.

Year. Month. Date. ( )

D_2: on ← $V_o = V_{omax}$ در این حالت

$$T_2 = R_{12} C \ln \frac{BV_{omin} - V_{omax}}{(B-1)V_{omax}}$$

D_1: on ← یعنی $V_o = V_{omin}$ می‌شود

$$T_1 = R_{11} C \ln \frac{BV_{omax} - V_{omin}}{(B-1)V_{omin}}$$

$$T_o = \frac{1}{f_o} = 1 msec \qquad \text{duty cycle} \approx \frac{T_2}{T_o} = 0.4$$

$T_2 = 0.4\ msec \longrightarrow T_1 = 0.6\ msec$ $\qquad$ $T_1 + T_2 = T_o \longrightarrow T_1 = 0.6\ ms$ (0.4, $1ms$)

$$T_1 = R_{11} C \ln \frac{0.25 \times 4.4 + 4.4}{-0.05 \times (-4.4)} = 0.6\ msec = 0.51 R_{11} C \longrightarrow R_{11} \cong 1.5 K\Omega$$

فرض مسئله: $B = 0.25 \longrightarrow R_3 = \frac{1}{3} R_2$ $\qquad \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 0.25$

$R_3 = 2.7\ K\Omega$, $R_2 = 8.2\ K\Omega$

$T_2 = 0.51 R_{12} C = 0.4\ msec$

فرض: $C = 100nF \longrightarrow R_{12} \cong 12\ K\Omega$

$V_{CC} = V_{EE} = 10$ ولت

$V_{omax} = V_{Z_1} + 0.7 = 4.4$ ولت $\qquad V_{Z_1} = 3.7$ ولت

$V_{omin} = -(V_{Z_2} + 0.7) = -4.4$ ولت $\qquad V_{Z_2} = 3.7$ ولت

www.tbi-net.com

Subject: 91 $V_o = V_{omax}$

Year. Month. Date. ( )

I_Z

$$\frac{V_{cc} - V_{omax}}{R_F} = I_Z + \frac{V_{omax}}{R_2 + R_3} + \frac{V_{omax} - \begin{cases} BV_{omin} \\ BV_{omax} \end{cases}}{R_{11}}$$

$$\frac{10 - 4/4}{R_F} = I_Z + \frac{4/4}{10/9\,k\Omega} + \frac{4/4 - \begin{cases} 1/4 \\ -1/4 \end{cases}}{12K} \rightarrow 1mA < I_Z = \frac{3/4}{R_F} - 0/4 - \begin{cases} 0/4 \\ 1/4 \end{cases} < 10\,mA$$

$V_o = V_{omin}$

$-I_Z$

$$\frac{V_{omin} + V_{cc}}{R_F} + \frac{V_{omin}}{R_2 + R_3} + \frac{V_{omin} - \begin{cases} BV_{omin} \\ BV_{omax} \end{cases}}{R_{11}} = -I_Z$$

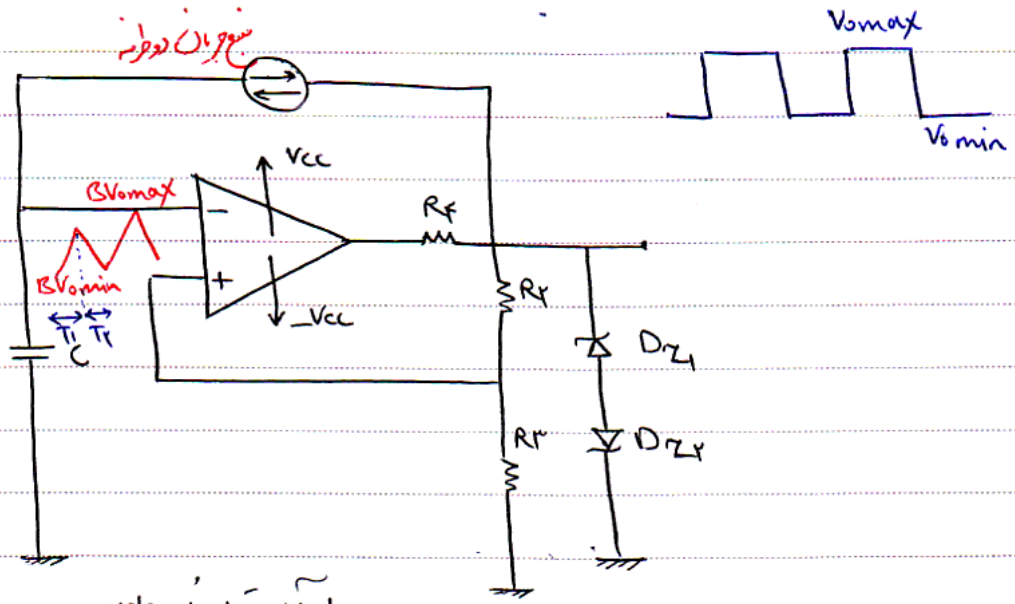
$$\frac{-4/4 + 10}{R_F} + \frac{-4/4}{10/9} + \frac{-4/4 - \begin{cases} 1/4 \\ -1/4 \end{cases}}{7/5} = I_Z$$

$$1\,mA < \frac{3/4}{R_F} - 0/4 - \begin{cases} 1/04 \\ 0/42 \end{cases} < 10\,mA$$

حال باید R_F را طوری حدود بزنیم که I_Z بین ۱ و ۱۰ قرار گیرد.

R_F را باید طوری انتخاب کنیم که I_Z تقریباً وسط بازه‌ی فوق قرار گیرد.

انتخاب: $R_F = 470\,\Omega$



مدار استابل ایمیتر

P4PCO

www.tbi-net.com

خروجی جریان ثابت از خازن عبور کند شکل موج ولتاژ خازن خطی خواهد بود.

$$V_C = \frac{1}{C}\int_0^{T_1} i\,dt = \frac{1}{C}\cdot I \underbrace{\Delta t}_{T_1} = BV_{omax} - BV_{omin} = B(V_{omax} - V_{omin})$$

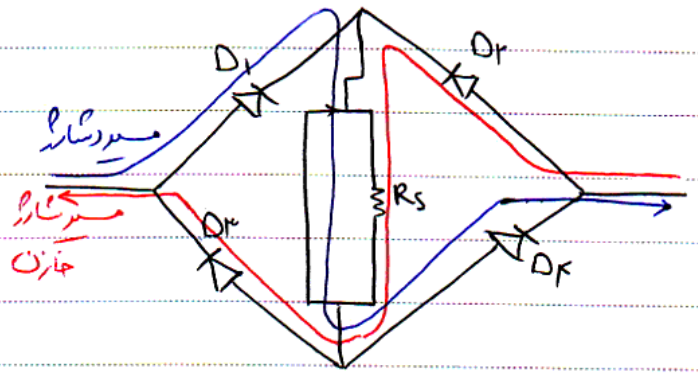
$$T_1 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I \text{ جریان شارژ خازن}}$$

برای تست های پایین درس I_D می گذاریم.

همین رابطه $T_2 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I \text{ جریان دشارژ خازن}}$

در مدار بالا چون جریان شارژ و دشارژ خازن مساوی منبع جریان است،

$T_1 = T_2$ بوده و duty cycle = ۵۰٪ خواهد بود. برای حالتی که duty cycle ≠ ۵۰٪ باشد می توان از دو منبع جریان استفاده نمود.



مدار منبع جریان دو طرفه یک فت ر ۴ دیود است.

در هنگام شارژ $V_o = V_{omax}$ ←

D_2, D_3 : on , D_1, D_4 : off

در هنگام دشارژ خازن $V_o = V_{omin}$ ←

D_2, D_3 : off , D_1, D_4 : on

برای استفاده مانند $V_{DG} > -V_p$

$V_{GS} = -R_S I_D$

در حالت اشباع مانند $I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$, $V_p < 0$

$V_p < V_{GS} < 0$

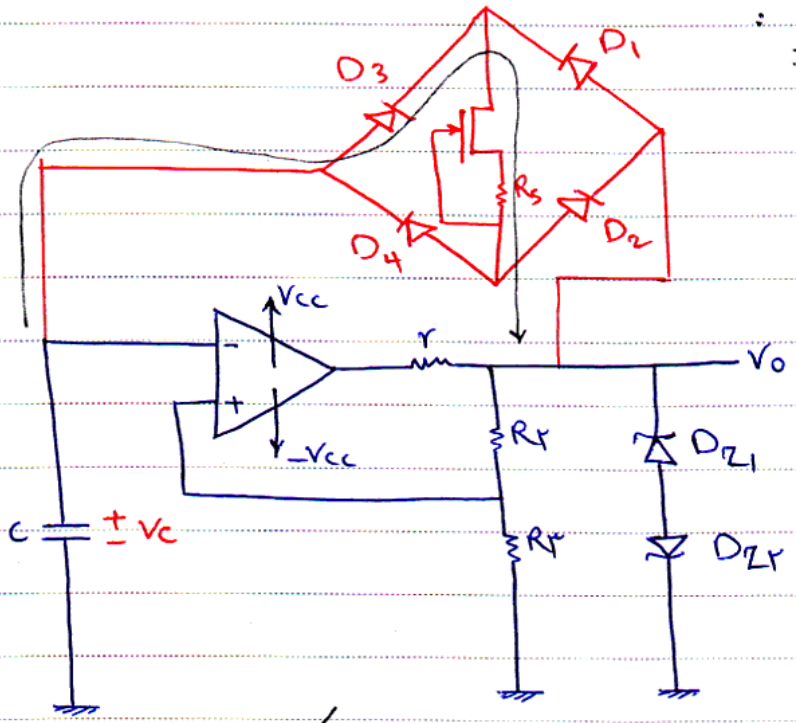
مدار روشن شدن

nFeT

P4PCO

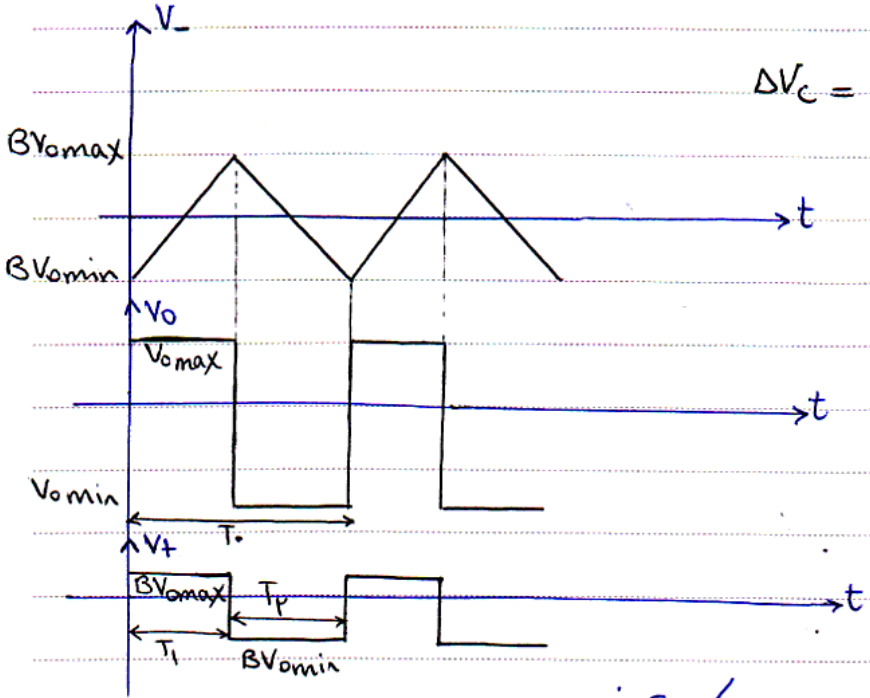
www.tbi-net.com

مدار آستابل امیتر :



استفاده از یک منبع جریان دو طرفه توسط ثابت برای شارژ و دشارژ کردن خازن

هرگاه جریان ثابتی از خازن C عبور نماید ولتاژ دوسر آن خطی خواهد بود .



هرگاه جریان ثابت I

$\Delta V_c = \frac{I}{C} \cdot \Delta t$

از خازن C عبور کند .

که در آن $\beta = \frac{R_۳}{R_۲ + R_۳} < 1$

PAPCO

www.tbi-net.com

در هنگام شارژ خازن : دیودها D_1, D_4 : on

$$V_o = V_{omax}$$

$$BV_{omax} - BV_{omin} = \frac{I}{C} \cdot T_1$$

جریان شارژ خازن $I = I_D$ $\qquad T_1 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I_D}$

که در آن

$$\begin{cases} V_{omax} = V_{Z_1} + \cdot/V \\ V_{omin} = -(V_{Z_2} + \cdot/V) \end{cases}$$

در هنگام تخلیه خازن C : $V_o = V_{omin}$

دیودها D_2, D_4 : on

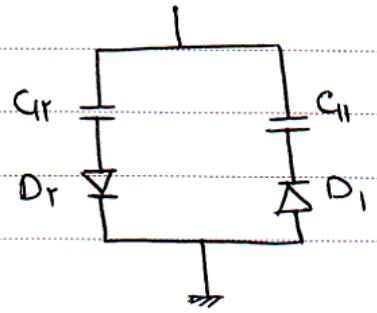
جریان شارژ خازن $I = I_D$

$$T_2 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I_D}$$

با این مدار چون $|V_{omax}| = |V_{omin}|$ می باشد در نتیجه زمان های $T_1 = T_2$ است یعنی شکل موج خروجی

و یعنی سنگین و دشارژ خازن مثلی تغییر می کند. چون ناپایداری خروجی متعادل شود می توان از مدارهای جای خازن C

پیوند:



www.tbi-net.com

Subject: $\sqrt{}>-V_p$ 98
Year. Month. Date.

$$\begin{cases} V_o = V_{omax} \longrightarrow V_{DG} = V_D - V_G = (1-B)V_{omax} > -V_p \\ V_o = V_{omin} \longrightarrow V_{DG} = V_D - V_G = (B-1)V_{omin} > -V_p \end{cases}$$

$V_{omax} = -V_{omin}$

در هنگام شارژ دیود D_2 روشن و در هنگام دشارژ دیود D_1 روشن.

این نوع جریان ثابت باید در حالت اشباع باشد.

$$V_p < V_{GS} < 0$$

$V_{DG} > -V_p$ ← (اشباع بودن) برای حالت

Pinch off بودن

nfet

اگر $V_o = V_{omax}$ ← $\begin{cases} V_D = V_{omax} \\ V_G = B V_{omin} = B V_{omax} \end{cases}$

D_1 ، D_2 : on

در هنگام شارژ خازن

شرط اشباع ماندن $V_{DG} > -V_p$

$V_{DG_{min}} =$

$$V_{DG_{min}} = V_D - V_G = V_{omax} - BV_{omax} = \boxed{(1-B)V_{omax} > -V_p} \checkmark$$

کانس برآورده می‌شود.

اگر $V_o = V_{omin}$ باشد

D_3 ، D_4 : on

$$\begin{cases} V_D = BV_{omax} = BV_{omin} \\ V_G = V_{omin} \end{cases}$$

$$V_{DG} = BV_{omin} - V_{omin} > -V_p$$

$$\boxed{V_{DG} = (B-1)V_{omin} > -V_p}$$

در واقع هر دو یک رابطه هستند چون

$V_{omax} = -V_{omin}$ است.

مثال) مدار شکل زیر را به گونه‌ای طراحی کنید که خروجی بین $\mp 4V$ تغییر کند و فرکانس نوسان خروجی 5KHZ ، duty cycle = 60٪ باشد. ولتاژ خروجی و پیک و دشارژ خازن را نیز اندازه‌گیری کنید.

(توجه: در حالت باید از دو خازن و دو دیود استفاده کرد.)

PAPCO

www.tbi-net.com

Q نقطه کار: $I_{DSS} = 4mA$, $V_P = -4V$ ← محدوده‌ی بالای زنر: $4mA < I_Z < 10mA$

حل) V_{CC} را ۷ ولت در نظر می‌گیریم. مقداری از ۴٫۷ بیشتر در نظر می‌گیریم.

$V_{CC} = 7$ ولت انتخاب می‌کنیم

$f_0 = 5KHz \rightarrow \frac{1}{f_0} = T_0 = T_1 + T_2 = 0.2msec$

$duty\ cycle = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = 0.4 \rightarrow T_1 = 0.12\ msec$, $T_2 = 0.08\ msec$

دیود زنر ۴ ولتی

$V_{omax} = 4.7 = V_{Z_1} + 0.7 \rightarrow V_{Z_1} = 4$ ولت

$V_{omin} = -4.7 = -(V_{Z_2} + 0.7) \rightarrow V_{Z_2} = 4$ ولت

برای اشباع بودن BJT:

$V_{DG\,min} = (\beta - 1) V_{o\,min} > -V_P = 4$ ولت

$\beta - 1 > \frac{4}{-4.7} \rightarrow \beta < 0.15 \rightarrow \beta = 0.1 = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$

β انتخاب می‌کنیم.

$R_3 = 9R_4$

$\rightarrow R_3 = 9R_4$ انتخاب می‌شود. $R_4 = 1.2\ K\Omega$ است بدلیل $R_3 \simeq 10K\Omega$

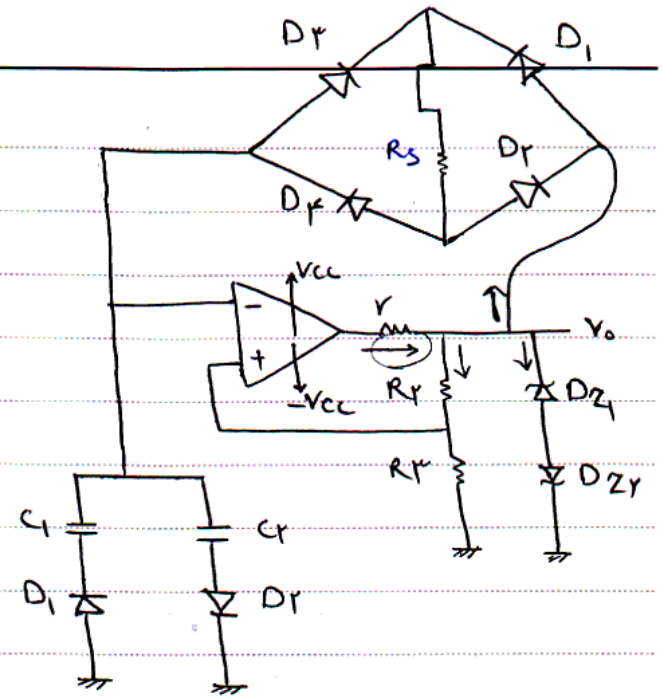
$$\begin{cases} T_1 = \frac{\beta C_1 \cdot (V_{omax} - V_{omin})}{I_D} \\ T_2 = \frac{\beta C_2 (V_{omax} - V_{omin})}{I_D} \end{cases}$$

P4PCO

www.tbi-net.com

Subject : 9V

Year . Month . Date . ( )



$$\begin{cases} \dfrac{0.1\times(4.7+4.7)\cdot C_1}{I_D} = 0.12\ ms \\ \dfrac{0.1(4.7+4.7)\cdot C_2}{I_D} = 1.8\ msec \end{cases}$$

$$\begin{cases} C_1 = 12.74\times 10^{-5} I_D \\ C_2 = 1.8\times 10^{-5} I_D \end{cases}$$

$I_D = 1.5\ mA$ انتخاب می‌کنیم.

چون باید mA باشد، چون ات‌ت‌ل بین ۱ تا ۱۰mA باشد.

$$\begin{cases} C_1 \cong 200\ nF \\ C_2 \cong 130\ nF \end{cases}$$

در حالت اشباع بودن

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

$$1.5 = 4\left(1-\frac{V_{GS}}{-4}\right)^2 \longrightarrow V_{GS} = -1.5 \text{ ولت}$$

$$V_{GS} = -R_S I_D = -1.5 \text{ ولت} \longrightarrow \boxed{R_S = 1K\Omega}$$

محاسبه‌ی مقاومت R۲ :

اگر $V_o = V_{omax}$ شارژ خازن C_1

$$2 < \underbrace{\frac{V_{CC}-V_{omax}}{r} - \frac{V_{omax}}{R_1+R_2} - I_D}_{I_Z} < 10mA$$

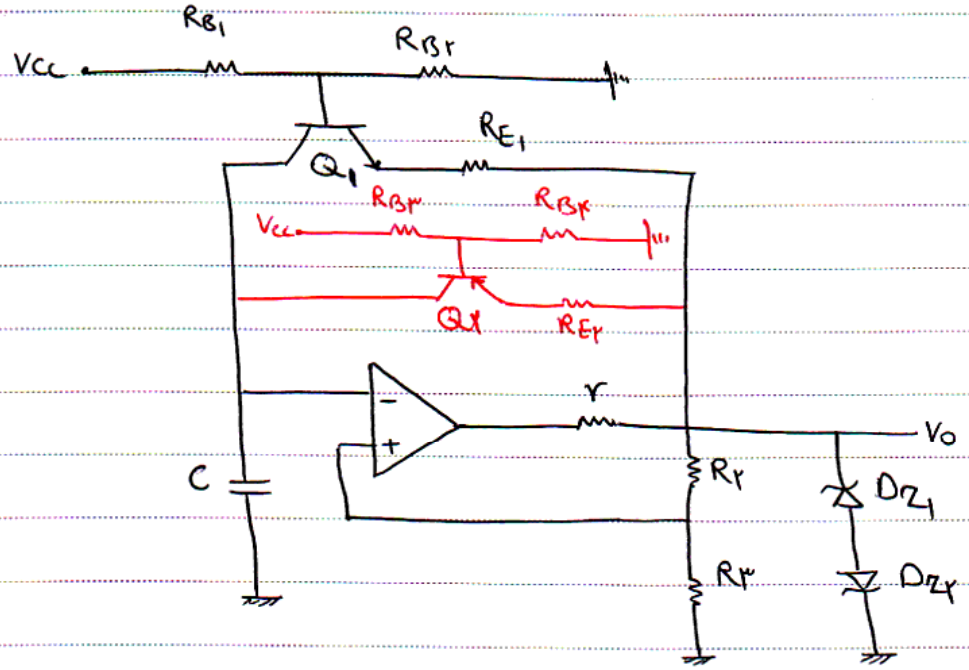
www.tbi-net.com

$$۲ < \frac{V - ۴,۷}{۲} - \frac{۴,۷}{۱۱,۲\,k\Omega} - ۱,۵ < ۱۰\,mA$$

$$۰/۱۹k < ۲ < ۰/۵۸k\Omega \longrightarrow ۲ = ۴۳۰\,\Omega$$ انتخاب می‌کنیم.

نکته: ظرفیت خازن می‌تواند برای داشتن duty cycle ۵۰ درصد از دو منبع جریان استفاده کند.

مدار نهایی:



باید در نصف مقدار باشد تا متقارن باشد.

اگر $V_o = V_{omax}$ در هنگام شارژ خازن C:

$I = I_2$ Q_2: on مقدار

$$T_1 = \frac{B_C \cdot (V_{omax} - V_{omin})}{I_2}$$

$$T_2 = \frac{B_C (V_{omax} - V_{omin})}{I_1}$$ Q_1: on مقدار

$V_o = V_{omin}$ در هنگام دشارژ خازن C $I = -I_1$ جریان تخلیه خازن

P4PCO

www.tbi-net.com

Subject :

Year . Month . Date . ( )

برای فعال بودن ترانزیستور $V_{CE} > V_{CEsat}$; Q_1 npn

$V_{EC} > V_{EC\,sat}$; Q_2 pnp

مثال قبل را با استفاده از ۲ ترانزیستور npn و pnp مجدداً طراحی کنید؟

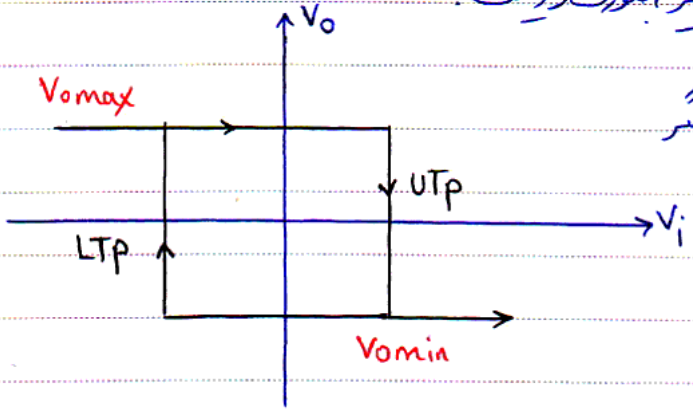
اب این بار به این شکل است.

Q_1, Q_2 $\begin{cases} V_{CE\,sat} = 0 \\ \beta = 100 \end{cases}$

$V_{BE} = 0.7V$ است،

مدار اشمیت تریگر با op-Amp:

این مدار یک نمونه از نوعی از مدارات است و خروجی به صورت مربعی است اما ورودی می تواند مثلثی یا سینوسی و... باشد. منحنی مشخصه ی انتقالی مدار اشمیت تریگر به صورت زیر است:



اینورتر inverting schmit triger

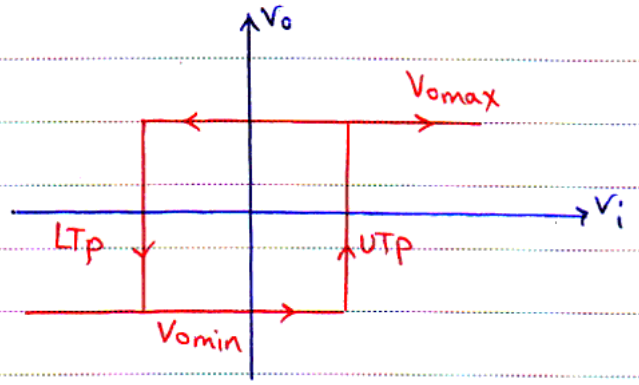
مسیر رفت با برگشت متفاوت

UTp: upper triger point

LTp: lower triger point

P4PCO

www.tbi-net.com

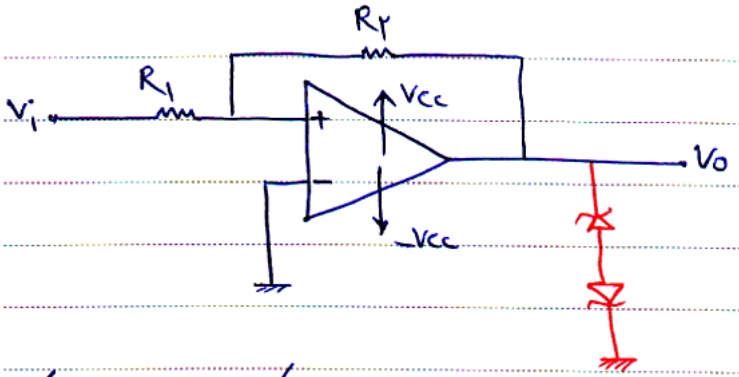


← ناوارونگر non inverting schmit triger

در مدار اشمیت تریگر هم فیدبک مثبت وجود دارد.

اگر ورودی به پایه ⊕ وصل شود ناوارونگر است.

" " " ⊖ " " وارونگر "



→ این ناوارونگر دیودی است.

در این مدار بعلت فیدبک مثبت، خروجی یا در اشباع مثبت یا در اشباع منفی است. اگر فرض کنیم ولتاژ ورودی V_i کم باشد در این صورت $V_o = V_{omin}$ خواهد بود.

kcl در نقطه مثبت : $\frac{V_i - V_+}{R_1} = \frac{V_+ - V_{omin}}{R_2}$

حال خانه ورودی را آنقدر زیاد کنیم تا $V_- = V_+ = 0$ ولتاژ ورودی از آن نزدیک‌تر شود

$V_+ > V_- = 0$ ، $V_o = V_{omax}$ خواهد شد.

$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_{omin}}{R_2} \rightarrow V_i = UTP = \frac{-R_1}{R_2} V_{omin}$$

www.tbi-net.com

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید/

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛ www.tbi-net.com

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا