www.Prozheha.ir

با ظاهر جدید و امکانات جدید

پروژه ها

بزرگترین مرجع دانلود کتاب، جزوه و منابع دانشگاهی رایگان

www.Prozheha.ir

بلیک پالس

مراجع : ۱) تحلیل و طراحی مدارات بلیک پالس

نویسنده : دیویدیل مترجم : محمود دیانی کاسعید ماضی نفوسی

۲) اصول و طراحی مدارات بلیک پالس مولف : دکتر محمدی

۳) بلیک پالس مولف : دکتر اکبرادیبی

فهرست مطالب :

۱) آشنایی و تعریف شکل موج های مختلف (پالسی - نمایی - مثلثی و ...)

۲) مدارهای RC با گذر و پایین گذر

۳) مدارهای سوئیچینگ و المان های لوبع شده
- دیود
- ترانزیستور

۴) مدارهای مولتی ویبراتور
- آستابل
- مونواستابل
- بی استابل

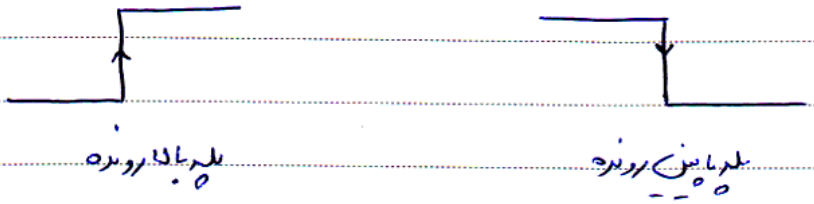
۵) آشنایی با آی سی ۵۵۵ و مباحث موج های مربعی و مثلثی با آن.

۶) استفاده از بیت های منطقی Cmos برای ساخت مولتی ویبراتورها.

www.Prozheha.ir

فصل اول :

تعریف پالس ایده آل : پالس ناگهانی از یک سطح ولتاژ به سطح ولتاژ دیگر را پالس ایده آل گویند.



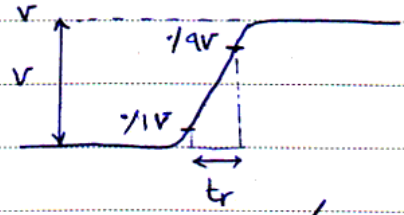
پالس واقعی (غیر ایده آل) : به علت وجود المان های الکترونیکی نظیر دیود و ترانزیستور و به علت تأخیر ایجاد شده المان ها

معمولاً پالس ها به صورت غیر پرسش هستند.

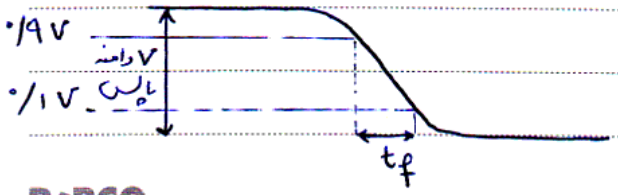
زمان های صعود و نزول :

زمان صعود (t_r) : مدت زمانی است که پالس از ۱٪ مقدار ماکزیمم به ۹۰٪ می رسد.

rise time



زمان نزول (t_f) : فاصله زمانی بین ۹۰٪ دامنه تا ۱۰٪ دامنه پالس را گویند.

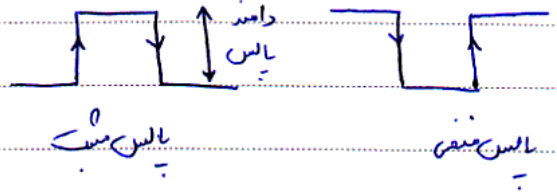


fall time

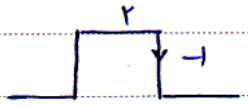
زمان افت

www.Prozheha.ir

تعریف پالس ایده‌آل: تغییر آنی از یک سطح ولتاژ مبنا به سطح ولتاژ دیگر و بازگشت آنی به همان سطح ولتاژ مبنا پالس ایده‌آل گوییم. در پالس ایده‌آل $t_r = t_f = 0$

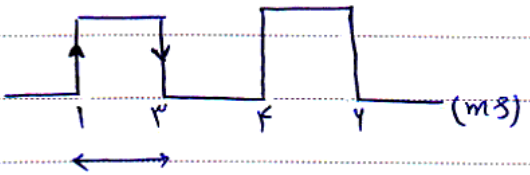


دامنه پالس: مقدار یک تا یک پالس، صرف نظر از مقدار dc آن.



دامنه پالس: $۲ - (-۱) = ۳$ ولت

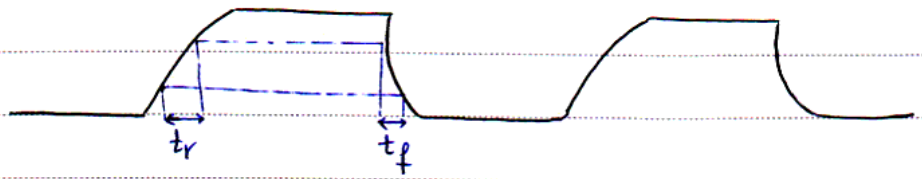
پهنای پالس (t_p): فاصله‌ی بین دو لبه‌ی مثبت و منفی پالس در قسمت بالای شکل موج.



$t_p = ۳ - ۱ = ۲ ms$

پالس واقعی: دارای زمان‌های صعود و نزول غیر صفر می‌باشد و لبه‌های ایده‌آل ندارد. در پالس واقعی:

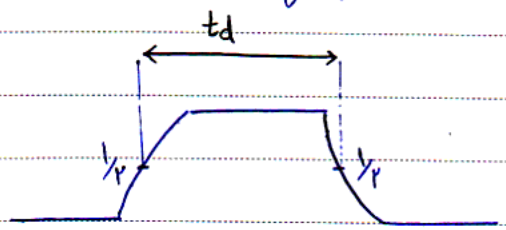
$t_r, t_f \neq 0$



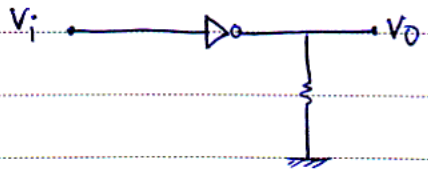
* در پالس واقعی حتماً t_r و t_f وارد نشده.

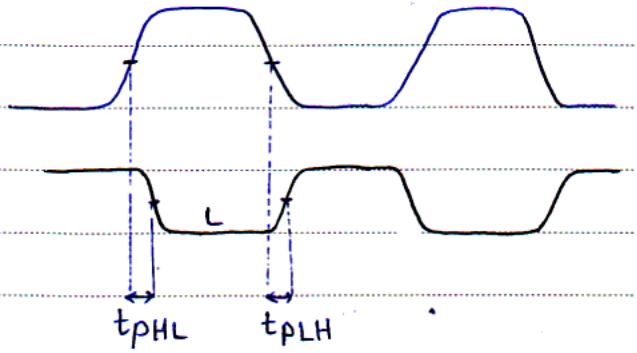
www.Prozheha.ir

زمان تأخیر t_d : فاصله‌ی زمانی بین ۵۰٪ دامنه در لبه‌های منفی و مثبت پالس.



t_{pHL} : زمان تأخیر از حالت high به low.





خروجی هم است H به L
یعنی H به L خروجی

C_{gb} ، C_{gd} ، C_{db}

علت تأخیر خود ترانزیستور و غیره است.

- d : drain
- g : gate
- b : bulk بدنه

پالس متناوب : در صورتی که پالس یا یک دوره تناوب ثابت تکرار بشود آن پالس متناوب گوییم.

T (دوره تناوب پالس) : فاصله‌ی زمانی بین دو لحظه‌ی هم فاز آنها.

فرکانس تکرار پالس که واحدش HZ یا پالس در ثانیه می‌باشد. $PRf = \frac{1}{T} = f$

pulse per second

pulse Repeatation frequency

www.Prozheha.ir

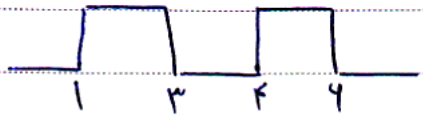
دوره کارکرد: نسبت پهنای پالس (tp) به دوره تناوب پالس (T) را گویند.

duty cycle

$$\text{duty cycle} = \frac{tp}{T} \times 100$$

برحسب درصد

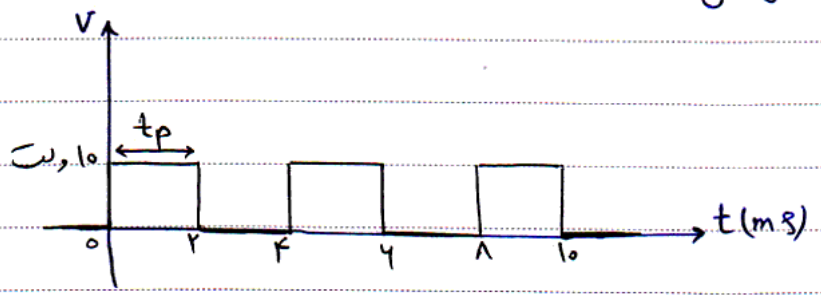
مثال قبلی:



$tp = ۲ ms$

$T = ۳ ms \Rightarrow \text{duty cycle} = \frac{۲}{۳} \times 100 = ۶۶,۶\,\%$

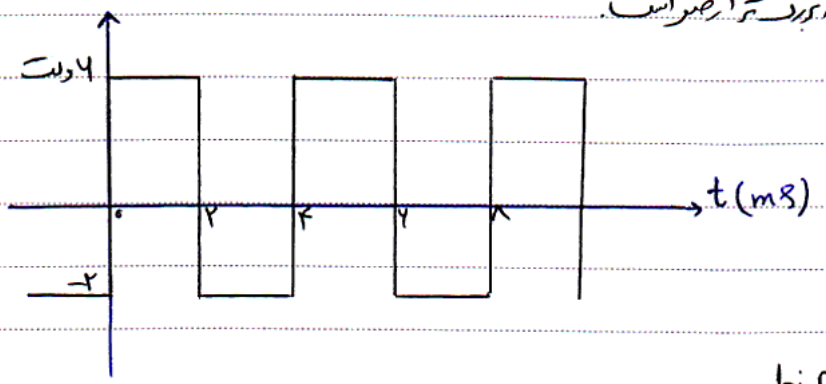
موج مربعی: پالسی است که duty cycle آن ۵۰٪ باشد یا $T = ۲\,tp$.



- موج مربعی تک قطبی
unipolar

$\begin{cases} T = ۴ ms \\ tp = ۲ ms \end{cases}$

مقدارش منفی نمیشه همیشه بزرگتر از صفر است.



موج مربعی دو قطبی
bi polar

$\begin{cases} T = ۴ ms \\ tp = ۲ ms \end{cases}$

www.Prozheha.ir

مقدار dc یک پالس متناوب : (روش اول)

$$dc = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\,dt = F_{dc}$$ مقدار متوسط dc تابع f(t)

برای مثال بالا :

$$dc = \frac{1}{4}\int_{0}^{2} 4\,dt + \frac{1}{4}\int_{2}^{4} -2\,dt$$

$$= \frac{1}{4}(4)(2) + \frac{1}{4}(-2)(2) = 3 - 1 = 2\,V$$

(روش دوم) :

$$dc = \frac{1}{T}\int_{0}^{tp} f_1(t)\,dt + \frac{1}{T}\int_{tp}^{T} f_2(t)\,dt$$

$$= \frac{1}{T}\left[f_1 . tp + f_2(T - tp)\right] = f_1 . \frac{tp}{T} + f_2\left(1 - \frac{tp}{T}\right)$$

(دامنه مثبت) (دامنه منفی) duty cycle

$$= f_1 . \text{duty cycle} + f_2(1 - \text{duty cycle})$$

برای مثال قبل :

$$dc = 4 \times \frac{1}{2} + (-2)\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 3 - 1 = 2\,V$$

انواع اعوجاج های پالس :

۱) اعوجاج لبه : (یا افزایش زمان های صعود و نزول)

در صورتیکه یک سیستم یا فیلتر در هنگام عبور پالس ورودی ، لبه های آن را دچار افزایش زمان صعود و نزول کند اعوجاج لبه خواهیم داشت.

$$t_{r_{out}} \geq t_{r_{in}} + 10\% \, t_{r_{in}}$$

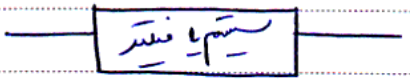
$$t_{f_{out}} \geq t_{f_{in}} + 10\% \, t_{f_{in}}$$

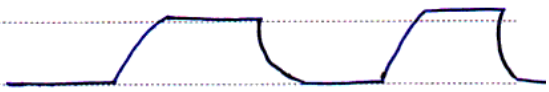
www.Prozheha.ir

Subject:

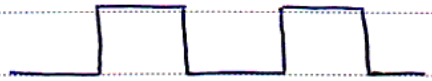
Year. Month. Date. ( )

در این صورت اعوجاج به خواهیم داشت.



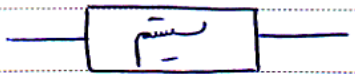


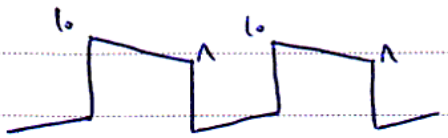
اعوجاج به دارد.

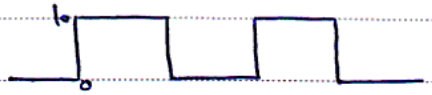


پالس ورودی

۲) اعوجاج کمی: در صورتی که پس از یک سیستم، دامنه ممکن است کاهش یابد. در صورتیکه دامنه پس از ٪۱۰ کاهش یابد اعوجاج کمی دارم.







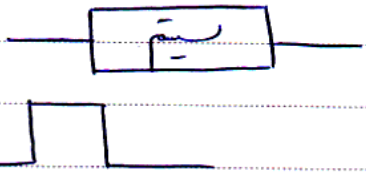
ورودی

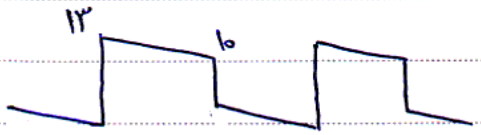
مقدار کمی: $۱۰ - ۸ = ۲$

درصد کمی: $\frac{۲}{۱۰} \times ۱۰۰ = ۲۰٪$

کمتر از ٪۱۰ حرف نمی‌زنم بیشتر از ٪۱۰ لحاظ می‌کنم.

۳) اعوجاج بالازدگی (over shot): حون این اعوجاج روی دامنه است ملاک ٪۱۰ است.





مقدار بالازدگی: $۱۳ - ۱۰ = ۳$

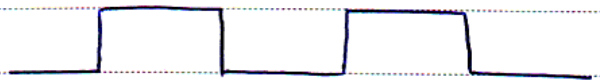
$\frac{۳}{۱۰} \times ۱۰۰ = ۳۰٪$

معمولاً خازن‌ها در مدار است (یک لحظه اتصال کوتاه می‌شود)

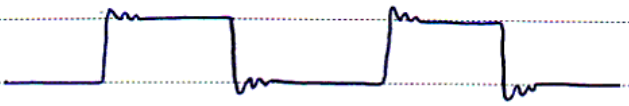
P4PCO

www.Prozheha.ir

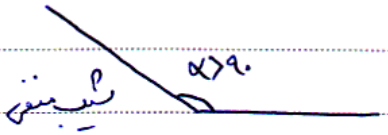
۴) اعوجاج نوسانی: در اثر وجود L و C در مدار اتفاق می‌افتد.

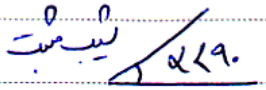


بیش از ۱۰٪ باید باشد.

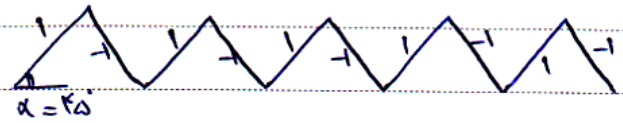


موج ثابت: تغییر خلق در یک طرح دستگاه را ثابت گویند.

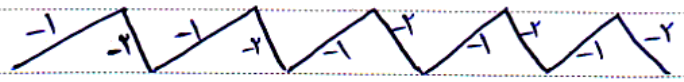




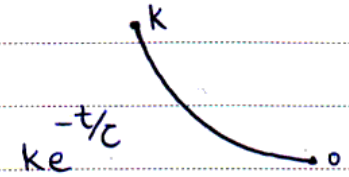
موج مثلثی: از برابر شیب‌های مثبت و منفی برابر ایجاد می‌شود.

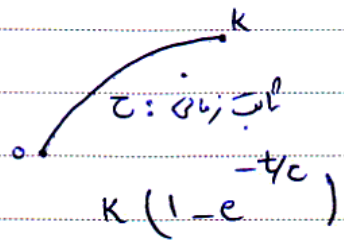


موج دندانه اره‌ای: در صورتی تشکیل می‌شود که شیب‌های مثبت و منفی برابر نباشند.



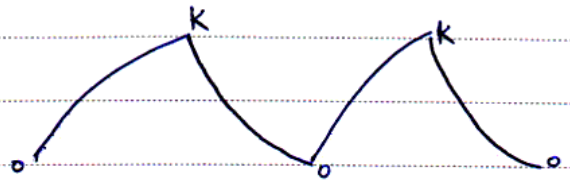
موج نمایی:





www.Prozheha.ir

موج‌های متناوب:



ورودی: پالس مربعی خروجی:

هم اعوجاج نداریم، هم اعوجاج داریم.

هارمونیک‌های مرتبط با آن.

سری فوریه نمایی:

برای تابع متناوب $f(t)$ می‌توان سری فوریه‌ای را به صورت زیر تعریف کرد:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} a_n e^{in\omega_0 t}$$ سری فوریه نمایی:

$$= \sum_{n=-\infty}^{-1} a_n e^{in\omega_0 t} + a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{in\omega_0 t}$$

ضرایب سری فوریه $a_n = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} f(t)\, e^{-in\omega_0 t}\, dt$

دوران: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$

$$f(t) = a_0 + \sum_{m=\infty}^{1} a_{-m} e^{-im\omega_0 t} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{in\omega_0 t}$$

یک مقدار نمایی

فرض: $n = -m$

مقدار نمایی: $a_{-m} = |a_{-m}| \angle a_{-m} = |a_{-m}| e^{i \angle a_{-m}}$

www.Prozheha.ir

$\sum_{m=1}^{\infty}$ و $\sum_{m=\infty}^{1}$ وقتی مقدار جزئی همه جمع می‌شوند.

$|a_m| = |a_{-m}|$ تابعی زوج است

$\measuredangle a_{-m} = -\measuredangle a_m$ تابعی فرد.

اثبات: $= a_0 + \sum_{m=1}^{\infty} |a_{-m}| e^{i\measuredangle a_{-m}} \cdot e^{-im\omega_0 t} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{in\omega_0 t}$

حالا هر دو را همراهم به نمایی تبدیل کنیم:

$= a_0 + \sum_{m=1}^{\infty} |a_m| e^{-i(m\omega_0 t + \measuredangle a_m)} + \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| e^{i(n\omega_0 t + \measuredangle a_n)}$

$a_n = |a_n| \measuredangle a_n$

رابطه اویلر: $\begin{cases} e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta \\ e^{-i\theta} = \cos\theta - i\sin\theta \end{cases}$

$= a_0 + \sum_{m=1}^{\infty} |a_m| \left(\cos(m\omega_0 t + \measuredangle a_m) - i\sin(m\omega_0 t + \measuredangle a_m)\right) +$

$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \left(\cos(n\omega_0 t + \measuredangle a_n) + i\sin(n\omega_0 t + \measuredangle a_n)\right)$

وقتی $\sum_{n=1}^{\infty}$ و $\sum_{m=1}^{\infty}$ هر دو طرفی اند

$= a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \underbrace{2|a_n|}_{C_n} \cos(n\omega_0 t + \underbrace{\measuredangle a_n}_{\theta_n}) = f(t)$

C_n: دامنه هارمونیک nام

θ_n: زاویه فازهای هارمونیک nام

بسط سری فوریه مثلثاتی:

$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\omega_0 t + \theta_n)$

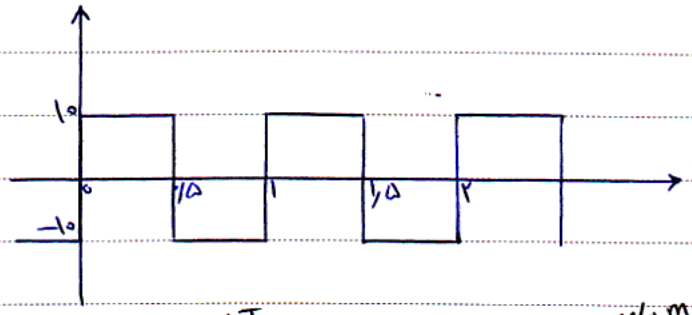
مثال) سری فوریه مثلثاتی را برای پالس شکل زیر بدست آورید؟

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$\int e^{ax}\,dx = \frac{e^{ax}}{a}$$



$$T = 1\,ms = 1\times10^{-3}\,s$$

$$a_0 = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,dt = \frac{1}{1\times10^{-3}}\int_0^{0.5\,ms} 10\,dt + \frac{1}{1\times10^{-3}}\int_{0.5\,ms}^{1\,ms}(-10)\,dt$$

$$= 10\times10^{3}\times0.5\,ms + 10^{3}\times(-10)(1-0.5)\,ms = 0$$

$$a_n = \frac{1}{T}\int_0^T f(t)\,e^{-in\omega_0 t}\,dt = \frac{1}{10^{-3}}\times\int_0^{0.5\,ms} 10\,e^{-in2\pi\cdot10^{3}t}\,dt + \qquad \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{1}{10^{-3}}\int_{0.5\,ms}^{1\,ms}(-10)\,e^{-in2\pi\times1000t}\,dt = 1000\times10\times\frac{-1}{2000\pi ni}\,e^{-2000\pi nit}\Big|_0^{0.5\,ms} +$$

$$1000\times-10\times\frac{-1}{2000\pi ni}\,e^{-2000\pi nit}\Big|_{0.5\,ms}^{1\,ms} = \frac{-5}{\pi ni}\left(e^{-n\pi i}-1\right)+\frac{5}{n\pi i}$$

$$\left(e^{-2n\pi i}-e^{-n\pi i}\right) = \frac{5}{n\pi i} - \frac{10}{n\pi i}e^{-n\pi i} + \frac{5}{n\pi i}e^{-2n\pi i}$$

$$C_n = 2|a_n| = 2\left|\frac{5}{n\pi i} - \frac{10}{n\pi i}e^{-n\pi i} + \frac{5}{n\pi i}e^{-2n\pi i}\right|$$

$n=1$: اگر ها هم‌نیک اول باشد

$$= 2\left|\frac{5}{\pi i} - \frac{10}{\pi i}\underbrace{e^{-\pi i}}_{\cos\pi - i\sin\pi = -1} + \frac{5}{\pi i}\underbrace{e^{-2\pi i}}_{\cos2\pi - i\sin2\pi = 1}\right|$$

$$= 2\left|\frac{-5i}{\pi} - \frac{10i}{\pi} - \frac{5i}{\pi}\right| = 2\left|\frac{-20i}{\pi}\right| = \frac{40}{\pi}$$

$$\theta_1 = \measuredangle a_1 = -90 \qquad \measuredangle -i = -90$$

$$\measuredangle i = 90^\circ$$

PqPCO

www.Prozheha.ir

* دستر تابع فرد باشد، ضرایب زوج سری فوریه صفر هستند.

$$f(t) = 0 + \frac{۴۰}{\pi}\cos\left(\frac{۲\pi}{T}.t - ۹۰\right) + \cancel{C۲}\cos\left(۲\times\frac{۲\pi}{T}.t + \theta۲\right) +$$

$$\frac{۴۰}{۳\pi}\cos(۳w_0 t - ۹۰) + \dots + \frac{۴۰}{n\pi}\cos(nw_0 t - ۹۰)$$

تابع فرد است پس بر برابر صفر می‌شود.

$$C۲ = ۲|a۲| = ۲\left|\frac{۵}{۲\pi i} - \frac{۱۰}{۲\pi i}\underbrace{e^{-۲\pi i}}_{۱} + \frac{۵}{۲\pi i}\underbrace{e^{-۴\pi i}}_{۱}\right| =$$

$$۲\left|\frac{۵}{۲\pi i} - \frac{۱۰}{۲\pi i} + \frac{۵}{۲\pi i}\right| = ۰$$

$$C۳ = ۲|a۳| = ۲\left|\frac{۵}{۳\pi i} - \frac{۱۰}{۳\pi i}\underbrace{e^{-۳\pi i}}_{-۱} + \frac{۵}{۳\pi i}\underbrace{e^{-۶\pi i}}_{۱}\right|$$

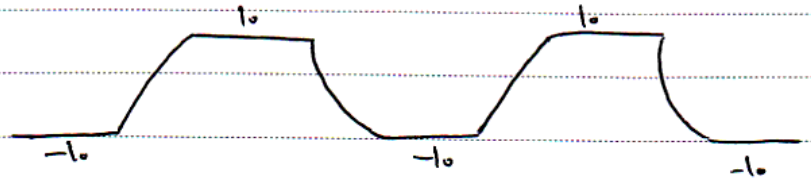
$$= ۲\left|\frac{۵}{۳\pi i} + \frac{۱۰}{۳\pi i} + \frac{۵}{۳\pi i}\right| = ۲\left|\frac{۲۰}{۳\pi i}\right| = \frac{۴۰}{۳\pi} \Rightarrow C۳ = \frac{۴۰}{۳\pi}$$

$\cos(wt - ۹۰) = \sin wt$ می‌توان به صورت sin هم نوشت.

$$f(t) = 0 + \frac{۴۰}{\pi}\sin\left(\underbrace{\frac{۲\pi}{T}}_{w_0}.t\right) + \frac{۴۰}{۳\pi}\sin(۳w_0 t) + \dots + \frac{۴۰}{n\pi}\sin(nw_0 t)$$

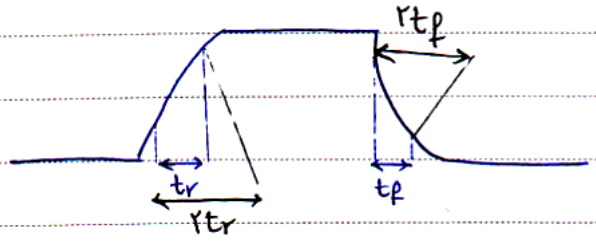
هارمونیک های فرکانس بالا:

بالاگذرنده مسمت هایی از شکل موج هستند که دارای تغییرات شدید باشد یعنی این هارمونیک ها تعریف لبه های پس هستند لذا اگر مداری، این هارمونیک ها را حذف نماید پس خروجی دارای لبه و اعوجاج لبه یا افزایش زمان کار نمی‌باشد.



www.Prozheha.ir

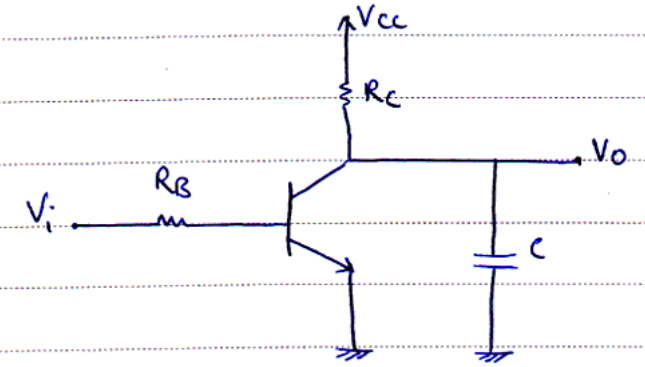
تعریف حداکثر فرکانس قابل توجه یک پالس: F_H



غیر ایده آل

فرکانس: $\frac{1}{2t_r}$

حداکثر فرکانس یک پالس $F_H = \frac{1}{2\min(t_r, t_f)}$



بعنوان مثال

$t_r > t_f$

خروجی از خازن پیک

سیستم پایین گذر است.

برای اینکه پالس که از یک سیستم پایین گذر عبور می کند اعوجاج نداشته باشد باید:

دارای اعوجاج نیست

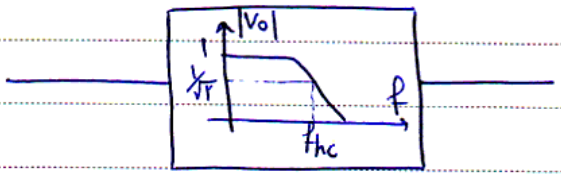
فرکانس قطع بالا $f_{hc} \gg F_H$

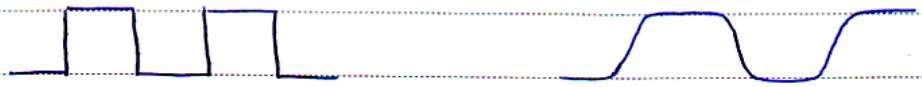
تعریف: اگر ملاک ۵٪ را برای اعوجاج نپذیریم:

$f_{hc} \geq 2F_H$

برای اینکه نیز کمتر از ۵٪ افزایش یابد.

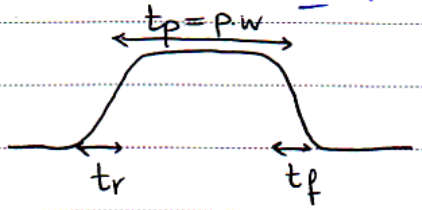
www.Prozheha.ir





مثال) یک پالس دارای زمان‌های صعود، نزول و پهنای پالس به ترتیب ۲MS ، ۱/۵MS و ۲ms است.

حداقل فرکانس حد بالای فیلتر را بدست آورید تا بتوانیم پالس را از آن عبور دهیم را بدست آورید



P.W = pulse width

$t_r = ۲\,MS$

$t_f = ۱/۵\,MS$

$t_p = ۲\,ms$

$$F_H = \frac{1}{۲\min(t_r, t_f)} = \frac{1}{۲ \times ۱/۵MS} = \frac{1}{۳MS} = ۳۳۳/۳۳\,kHz$$

$$f_{hc} \geq ۲F_H = ۶۶۶/۶۶\,KHz$$

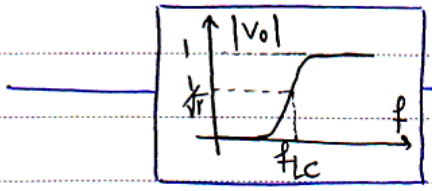
باید فرکانس قطع بالای فیلتر از ۶۶۶/۶۶ KHz بزرگ‌تر باشد در غیراین صورت لبه‌ها بیش از ۵٪ افزایش می‌یابند.

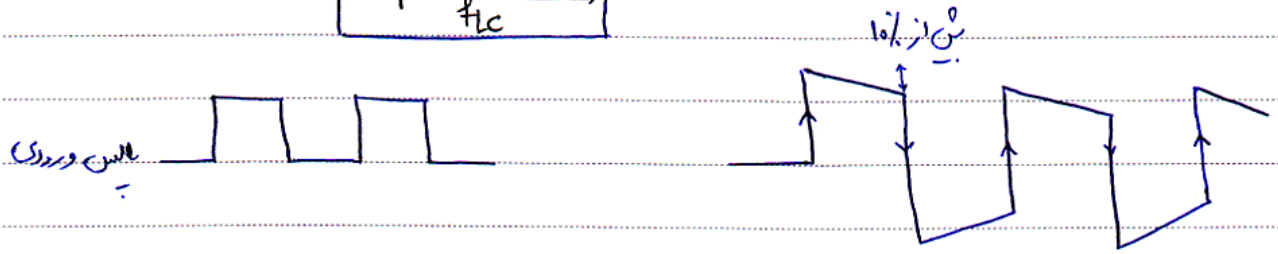
اعوجاج فرکانس پاسخ (کمی):

در صورتیکه سیستم ما فیلتری، هارمونیک‌های فرکانس پایین را حذف یا تضعیف نماید، دامنه شکل موج افت می‌کند

در صورتیکه بیش از ۱۰٪ دامنه کاهش یابد اعوجاج کمی داریم

www.Prozheha.ir





تعریف: برای اینکه کمتر از ٪۱۰ پدیده آمدن را بتوان نادیده گرفت باید:

$$f_{Lc} \ll \frac{1}{4\pi t_p}$$

t_p ← عرض پالس

$4\pi = 12.5$

برای قطع را باید کوچک در نظر گرفتن خروجی را بالا اعوجاج می‌دهد.

مثال) دریالسی دارای $PRF = 2KHz$ و $duty\ cycle = 40\%$ از یک سیستم با باند پاس قطع پاس دارای اعوجاج کمی

عبور کند آیا پالس خروجی دارای اعوجاج است یا خیر؟ $f_{Lc} = 100\ Hz$

$$PRF = 2\ KHz = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{PRF} = \frac{1}{2} \times 10^{-3} = 0.5\ ms$$

$$duty\ cycle = 40\% = \frac{t_p}{T} \times 100 \longrightarrow t_p = 0.2\ ms$$

$$0.4 = \frac{t_p}{T} \longrightarrow t_p = 0.4T = 0.4 \times 0.5 = 0.2\ ms$$

$$f_{Lc} = 100\ Hz < \frac{1}{4\pi t_p} = \frac{1}{4\pi \times 0.2\ ms} = 79.3\ Hz$$

اعوجاج کمی دارد.

www.Prozheha.ir

Subject :

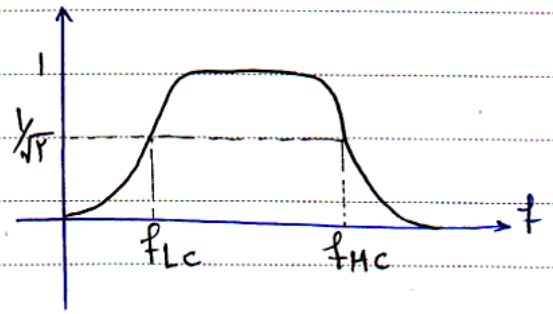
Year . Month . Date . ( )

فیلتر پایین گذر ← اعوجاج لبه باید بررسی شود

فیلتر بالاگذر ← اعوجاج کجی

فیلتر میان گذر ← هردو

تأثیر فیلتر میان گذر روی کاهش : هم ورکشن کی پایین و هم ورکشن کی بالا را حذف می‌کند، ورکشن کی میانی را عبور می‌دهد.



برای برداشتن اعوجاج لبه $f_{hc} \geq 2 \frac{1}{2\min(t_r, t_f)}$ افزایش زمان گذر کمتر از ۵٪

برای برداشتن اعوجاج کجی $f_{Lc} \leq \frac{1}{43 t_p}$ کجی کمتر از ۱۰٪

مثال) فرض کنید مشخصات یک پالس به صورت زیر باشد :

$$\begin{cases} T_0 = 1\,ms \\ t_r = t_f = 2\,\mu s \\ \text{duty cycle} = 25\,\% \end{cases}$$

از یک فیلتر میان گذر با مشخصات

$$\begin{cases} f_{Lc} = 100\,Hz \\ f_{hc} = 100\,KHz \end{cases}$$

عبور می‌کند مشخص کنید آیا در پالس خروجی اعوجاج داریم یا خیر ؟

برای برداشتن اعوجاج لبه $\geq \frac{1}{\min(t_r, t_f)} = \frac{1}{2\mu s} = 0.5\,MHz$ ، چون $f_{hc} \gg 500\,KHz$ به اندازه کافی بیش از ۵۰۰ کیلوهرتز است.

$f_{Lc} \leq \frac{1}{43 t_p} = \frac{1}{43 \times 0.25\,ms} = 93.5\,Hz$ → برداشتن اعوجاج کجی

$25\,\% = \frac{t_p}{T_0} \times 100 \rightarrow t_p = 0.25\,ms$

اعوجاج کجی داریم. کجی بیش از ۱۰٪ است.

P4PCO

www.Prozheha.ir

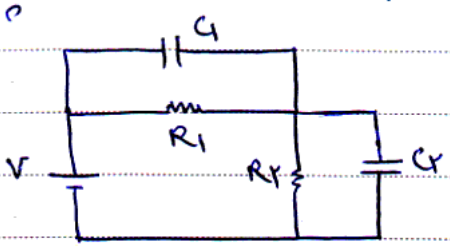
فصل دوم: بررسی مدارهای RC یا مدارهای با ثابت زمانی

نکته: ولتاژ خازن هیچ‌گاه پرش نمی‌کند چون در غیر این صورت اگر V_c پرش کند:

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$

جریان خازن به صورت ضربه خواهد بود ولی هیچ منبع ضربه‌ای در مدار وجود ندارد.

- ولتاژ خازن‌ها در لحظه‌ی اول اتصال کوتاه می‌شوند مقاومتی از مدار حذف می‌شوند و ولتاژ پرش می‌کند.



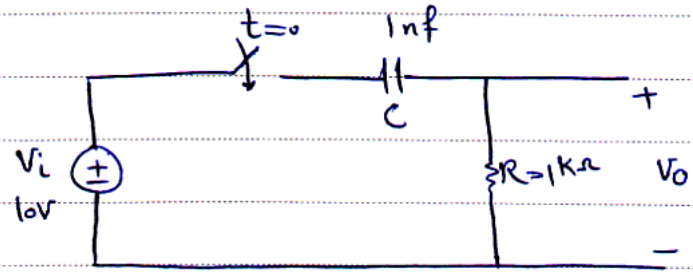
(حالت خاص)

برای محاسبه‌ی هر متغیر دلخواه نظیر $y(t)$، می‌توان از رابطه‌ی زیر استفاده کرد:

$$y(t) = y(\infty) + \left(y(0) - y(\infty)\right) e^{-t/\tau}$$

$\tau = \frac{1}{s}$: ثابت زمانی s : فرکانس طبیعی

مثال:



در نهایت خازن مدار باز می‌شود چون شارژ می‌شود و از مدار خارج می‌شود.
در لحظه‌ی صفر خازن اتصال کوتاه می‌شود.

www.Prozheha.ir

$$\begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(0) = 10V \end{cases}$$

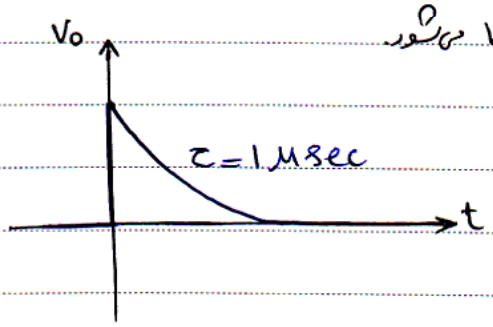
$$\tau = RC = 1K\Omega \times 1nf = 1\mu sec$$

$$V_o(t) = V_o(\infty) + \left(V_o(0) - V_o(\infty)\right) e^{-t/1\mu sec}$$

$$V_o(t) = 0 + (10 - 0)\, e^{-t/1\mu sec} = 10\, e^{-t/1\mu sec}$$

$$i_C = \frac{V_o}{R} = i_R = 10_{mA}\, e^{-t/1\mu sec} \qquad \frac{10\, e^{-t/1\mu s}}{1K\Omega}\ mA$$

وقتی کلید بسته می‌شود خازن اتصال کوتاه شده و $V_o = 10$ می‌شود.

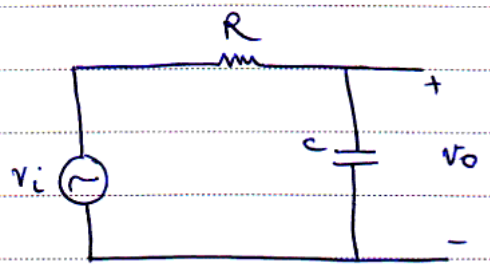


بعد از ۵ برابر ثابت زمانی V_o صفر می‌شود.

www.Prozheha.ir

$$f_{hc} = \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi RC}$$

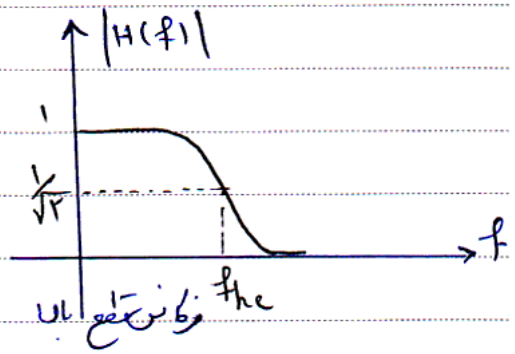
پاسخ یک فیلتر RC پایین گذر به ورودی ؛



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{\frac{1}{Cs}}{\frac{1}{Cs}+R} = \frac{1}{1+RCs} = H(s)$$

$$s = j2\pi f \longrightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1+RCj2\pi f}$$

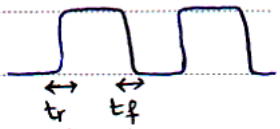
$$\left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{1}{\sqrt{1+(RC2\pi f)^2}} = |H(f)|$$



$$|H(f)|_{f=f_{hc}} = \frac{1}{\sqrt{2}} |H(f)|_{max}$$

حالت اول : احتیاج نداشته باشیم یا افزایش زمان های صعود و نزول کمتر از ۵٪ باشد.

$$f_{hc} \geq 2 \frac{1}{2\min(t_r, t_f)}$$



$$\frac{1}{2\pi\tau} \geq \frac{1}{\min(t_r, t_f)} \Rightarrow \tau \leq \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi}$$

$C = Rc$

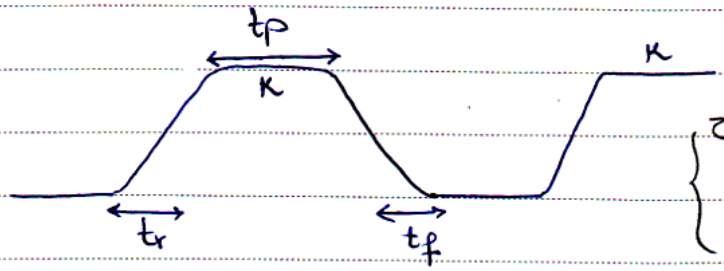
بازه صعود یا نزول

فرکانس قطع فیلتر پایین گذر $f_{hc} = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi\tau} \longrightarrow C = Rc$

PAPCO

www.Prozheha.ir

حالت دوم : اعوجاج لبه دار و پالس در مدت زمان tp (پهنای پالس) به مقدار نهایی خود می رسد.



برای نداشتن اعوجاج لبه $\tau \leq \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi}$

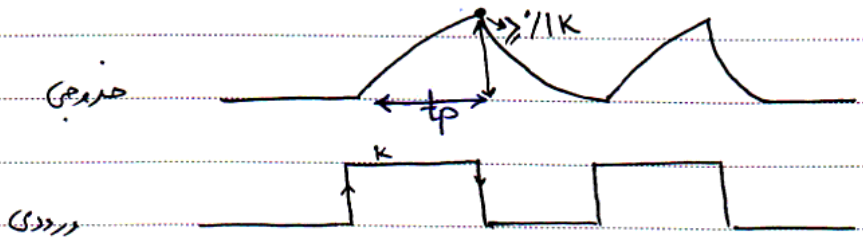
زمان رسیدن به مقدار نهایی $5\tau \leq t_p$

① $\tau \geq \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi}$

② $5\tau \leq t_p \longrightarrow \tau \leq \frac{t_p}{5}$ زمان رسیدن به مقدار نهایی

①, ② $\longrightarrow \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{5}$

حالت سوم : اعوجاج لبه دار پالس در مدت زمان tp به مقدار نهایی نمی رسد ولی کمتر از ۱۵ درصد مقدار نهایی (برگردن جاری) خواهد بود.



① $5\tau \geq t_p \longrightarrow \tau \geq \frac{t_p}{5}$

$V_o(t) = ?$

$V_o(0^+) = 0$
$V_o(\infty) = K$
$\tau = RC$

$\Rightarrow V_o(t) = V_o(\infty) + \left(V_o(0) - V_o(\infty)\right) e^{-t/RC}$

www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

اثبات :

$$\rightarrow v_o(t) = K + (o - K)\, e^{-t/RC}$$

$$v_o(t_p) = K\left(1 - e^{-t_p/RC}\right) \geq \%1\, K \rightarrow -e^{-t_p/RC} \geq -\%9$$

$$\rightarrow e^{-t_p/RC} \leq \%9 \rightarrow \frac{-t_p}{RC} \leq \ln \%9 = -\%1 \rightarrow 10\, t_p \geq \tau \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow \frac{t_p}{5} \leq \tau \leq 10 t_p$$

حالت چهارم : اعوجاج نمی‌دهد ، پاسخ در مدت زمان t_p به مقدار نهایی خود نمی‌رسد و کمتر از %۱۰ آن خواهد بود.

$$\tau \geq 10\, t_p$$

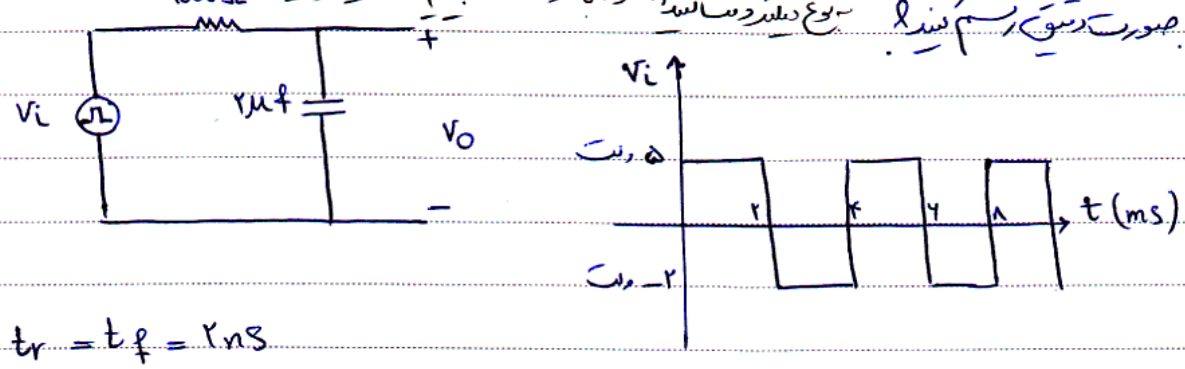
خروجی

ورودی

مثال) در مدار شکل زیر بررسی کنید که آیا شکل موج خروجی دارای اعوجاج می‌باشد یا خیر ؟ و شکل موج خروجی را به صورت دقیق رسم کنید.

از مقاومت با بالا بکشید.

نوع دیود در مدار چه تاثیری در شکل موج خروجی دارد ؟



$$t_r = t_f = 2ns$$

$$\tau = RC = 1000\,\Omega \cdot 2\mu f = 2000\,\mu s = 2ms \qquad t_p = 2ms$$

اعوجاج نمی‌دهد و پاسخ در مدت زمان t_p به مقدار نهایی خود نمی‌رسد

حالت سوم $\frac{t_p}{5} \leq \tau \leq 10 t_p$

$\frac{2}{5} ms \leq 2ms \leq 20\, ms$

و کمتر از %۱۰ خواهد بود.

PAPCO

www.Prozheha.ir

دیتا از خازن هیچ وقت دریافت نمی‌کند در زمان 0^+ که کلید است روی دیاگرام که مقاومت خودش باشد (یعنی مثل یک سیم) دیتا دریافت می‌کند.

Subject:
Year. Month. Date. ۲۲ ( )

$\tau = 10ms$ ← زمان رسیدن به مقدار نهایی

$0 < t < 2ms \longrightarrow V_i = 5$ ولت

$$\begin{cases} V_0(0^+) = V_0(0^-) = 0 \\ V_0(\infty) = V_i = 5V \longrightarrow V_0(t) = 5 + (0-5)e^{-\frac{t}{2}\,ms} \quad 0<t<2 \\ \tau = 2ms \quad V_0(2^-ms) = V_0(2^+ms) = 5 + (0-5)e^{-\frac{2}{2}\,ms} = 3{,}16\ V \end{cases}$$

- مقدار نهایی نمی‌رسد (مقدار نهایی 5 ولت است.)

دیتا به خازن منتقل می‌شود و خروجی برابر ورودی می‌شود

$2ms < t < 4ms$

در لحظات اولیه خازن مدار باز می‌شود چون شارژ می‌شود و از مدار خارج می‌شود.

$V_0(2^-ms) = 3{,}16$ ولت

$V_0(\infty) = -2$ ولت $\qquad V_0(t) = -2 + (3{,}16 - (-2))\, e^{-\frac{t-2}{2}\,ms}$

خروجی را در ۴ ثانیه بدست می‌آوریم پس در لحظه‌ای که ورودی عوض می‌شود

$V_0(4) = -2 + 5{,}16\, e^{-\frac{2}{2}} = -0{,}1\ V$ با عوض کردن، برای همه‌ی بازه‌ها همین ترتیب.

$4 < t < 4 \longrightarrow V_i = 5\ V$

$$\begin{cases} V_0(4) = -0{,}1\ V \\ V_0(\infty) = 5\ V \end{cases}$$

$\longrightarrow V_0(t) = 5 + (-0{,}1 - 5)\, e^{-\frac{t-4}{2}}$

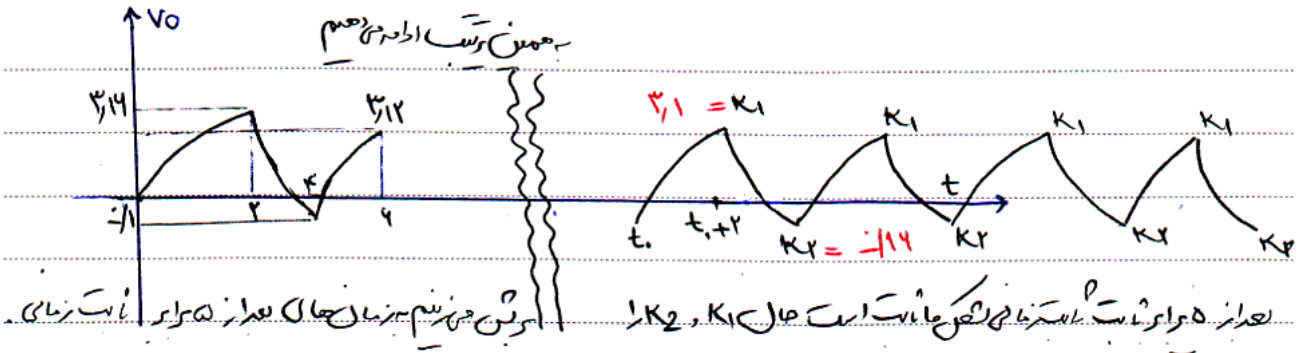
$\longrightarrow V_0(4) = 5 - 5{,}1\, e^{-\frac{2}{2}} = 3{,}12\ V$ ⟶ ۳٫۱۶ نمی‌رسد.

www.Prozheha.ir

Subject: ۲۴

Year. Month. Date. ( )

ثابت زمانی مدار برابر 1.ms3 است.



ابتدا زمانی که برای اولین بار به استدی‌حالت می‌رسد برابر ۵ برابر ثابت زمانی است حال K_1 و K_2 را بدست می‌آوریم.

$t_0 < t < t_0 + 2 \longrightarrow V_i = 5$ ولت

در حالت گذرا مقادیر خروجی بین ۵ و ۲- تغییر می‌کند.

$$\begin{cases} V_o(\infty) = 5\,V \\ V_o(t_0) = K_2 \end{cases} \longrightarrow V_o(t) = 5 + (K_2 - 5)\, e^{-\frac{(t-t_0)}{2ms}}$$

$$V_o(t_0 + 2ms) = 5 + (K_2 - 5)\underbrace{e^{-2/2}}_{0.146} = K_1$$

$$5 + 0.146 K_2 - 1.46 = K_1 \longrightarrow \boxed{① \quad 0.146 K_2 + 3.14 = K_1}$$

$t_1 < t < t_{1+2} \longrightarrow V_i = -2$ ولت و $t_{0+2} < t < t_{0+4}$ یا $t_1 < t < t_{1+2}$

$$\begin{cases} V_o(\infty) = -2 \text{ ولت} \\ V_o(t_1) = K_1 \end{cases} \longrightarrow V_o(t) = -2 + (K_1 + 2)\, e^{-\frac{(t-t_1)}{2}}$$

$$V_o(t_1 + 2) = -2 + (K_1 + 2)\underbrace{e^{-1}}_{0.146} = K_2 \longrightarrow -2 + 0.146 K_1 + 0.72 = K_2$$

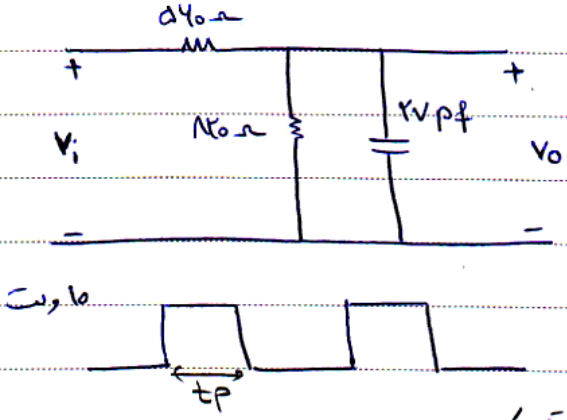
از روابط ① و ② K_1 و K_2 را حساب می‌کنیم. $\longrightarrow \boxed{0.146 K_1 - 1.28 = K_2}$ ②

$$0.146\,(0.146 K_2 + 3.14) - 1.28 = K_2$$

$$0.978 K_2 = -0.424 \longrightarrow K_2 = -1.14 \text{ ولت}, \quad K_1 = 3.1 \text{ ولت}$$

www.Prozheha.ir

مثال) در مدار شکل زیر ابتدا بررسی کنید که آیا خروجی دارای اعوجاج است یا خیر؟ سپس شکل موج خروجی را به طور دقیق رسم کنید؟



$t_r = t_f = 40\,ns$

$t_p = 120\,ns$

این یک مدار انتگرال گیر است (مدار انتگرال گیر مداری است که موج خروجی مثلثی شکل می باشد)

این مدار در حالت $\frac{t_p}{5} \geq \tau \geq \frac{t_r}{2\pi}$ انتگرال گیر است

برای ثابت زمانی ابتدا باید خازن را پیدا کنیم (در این جا منبع دیگر اتصال کوتاه)

$\tau = R_{eq} C$

$\tau = (120\Omega \parallel 560\Omega) \times 27\,pf \cong 9\,ns$

$\frac{t_r}{2\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{5}$

اعوجاج نداریم پالس در مدت زمان t_p مقدار نهایی خود می رسد.

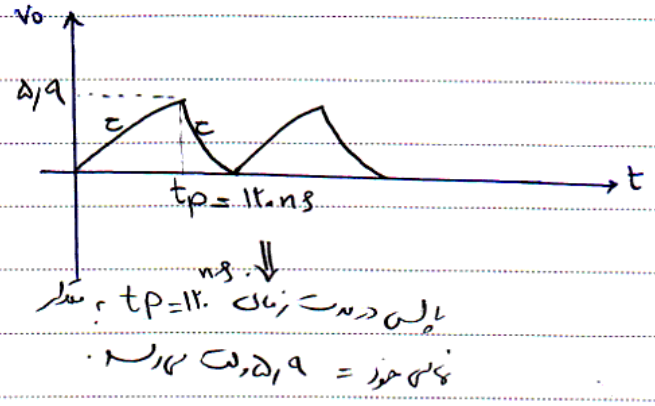
$0 < t < 120\,ns$ ← در لحظه اول خازن باز است ← $V_o(\infty) = \frac{120}{120+560} \times 10 = 1.79\,V$ → مقدار نهایی خروجی رسیدیم

مقدار اولیه ۰ است (تقسیم دیگر بار نویسیم)

← در لحظه اول خازن اتصال کوتاه $V_o(0) = 0$

حالت: مدار انتگرال گیر

$V_o(t) = 5.9 + (0 - 5.9)\, e^{-t/\tau}$



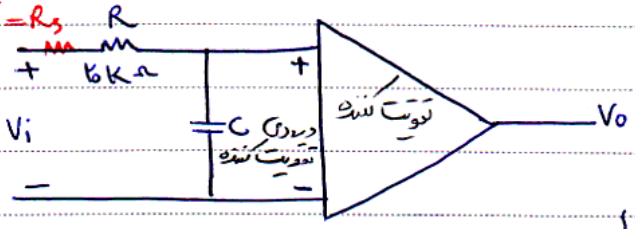
ns ⇓

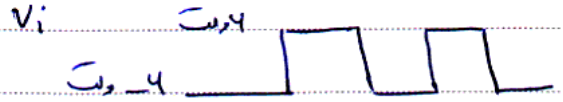
پالس در مدت زمان $t_p = 120$ مقدار نهایی خود = 5.9 ولت می رسد.

www.Prozheha.ir

مثال) در مدار زیر حداقل و مقدار حد باشد تا ورودی تقویت کننده پالس های مثلثی شکل داشته باشیم؟

(ب) $R_s = ۲^K$ R ۶KΩ





$$\begin{cases} t_r = t_f = ۴\mu s \\ t_p = ۲۰\mu s \end{cases}$$

$$\frac{t_r}{۲\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{۵}$$

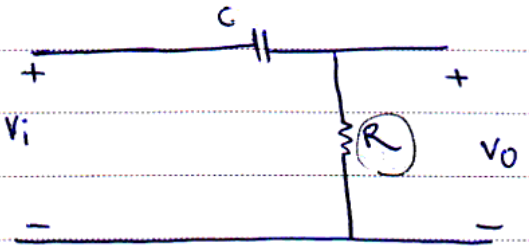
$$\frac{۴\mu s}{۲\pi} \leq \tau = Rc \leq \frac{۲۰}{۵}\mu s \longrightarrow \boxed{۳۲pf \leq C \leq ۲۰۰pf}$$

ب) اگر ورودی تقویت کننده دارای مقاومت ۲KΩ باشد، همین مساله را مجددا حل کنید!

$$\frac{t_r}{۲\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{۵}$$

$$\frac{t_r}{۲\pi} \leq (R_s + R)C \leq \frac{t_p}{۵} \longrightarrow \boxed{۲۹pf \leq C \leq ۱۸۱pf}$$

مدار RC بالاگذر و پایین آن یک پالس متناوب:



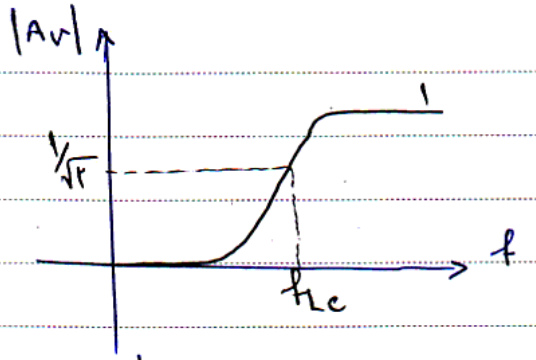
خروجی بالاگذر دیفرانسیل گیر دارد.

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = H(s) = \frac{R}{R + \frac{1}{Cs}} = \frac{Rcs}{1 + Rcs}$$

$$|A_V| = \frac{Rc\omega}{\sqrt{1 + (Rc\omega)^۲}} = \frac{Rc۲\pi f}{\sqrt{1 + (Rc۲\pi f)^۲}}$$

www.Prozheha.ir

وظیفه قطع پایین $f_{Lc} = \frac{1}{2\pi Rc}$

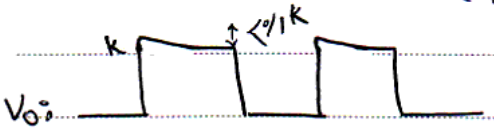


$$|H(j2\pi f_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} |H(j2\pi f)|_{max} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1$$

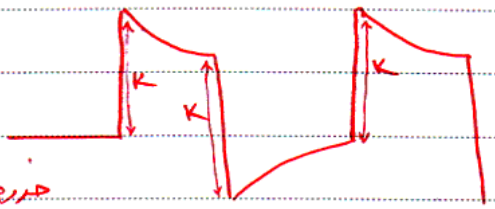
حالت اول) اعوجاج نمی دهد اگر افت دامنه تا ۱۰٪ مجاز باشد.

$$\begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(0^+) = K \\ \tau = Rc \end{cases} \longrightarrow V_o(t) = 0 + (K - 0)\, e^{-t/Rc}$$

$$V_o(t_p) = K e^{-t_p/\tau} \geq 0.9K \longrightarrow \boxed{\tau \geq 10 t_p} \quad (1)$$

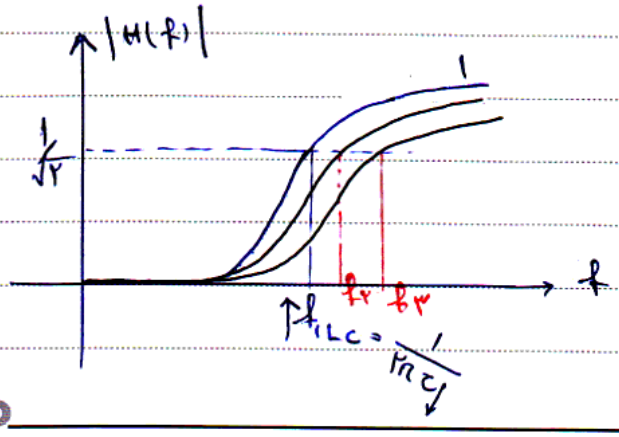


حالت دوم: اعوجاج نمی دهد و پالس در مدت زمان t_p مقداری نمی خود (صفر) نمی رسد.
بدترین حالت



$$\frac{t_p}{5} \leq \tau \leq 10 t_p$$

حالت سوم: پالس عمودی دارای اعوجاج نمی است و در مدت زمان t_p مقداری نمی رسد ولی



هنوز اعوجاج نمی دهد.

P4PCO

www.Prozheha.ir

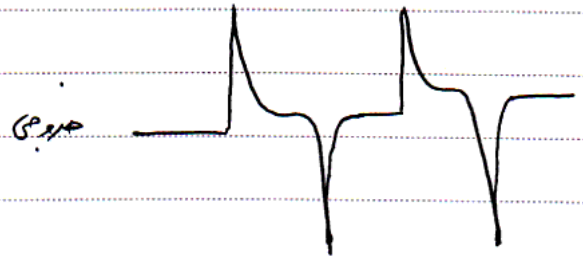
Subject :

Year . Month . Date . ( )

برای نداشتن اعوجاج لازم $f_{Lc} < 2F_H$

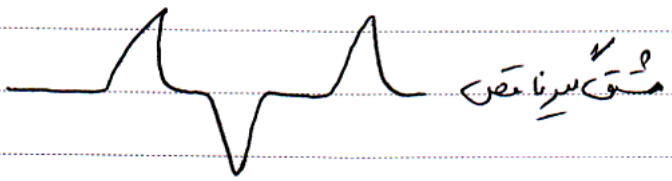
$$\frac{1}{2\pi\tau} \leq \frac{2}{2\min(t_r, t_f)} \rightarrow \tau \geq \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi}$$

$$\frac{t_r}{2\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{5} \rightarrow$$ مدار مولد موج مربعی شکل کامل / مشتق گیر کامل

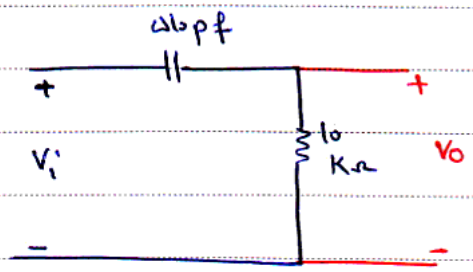


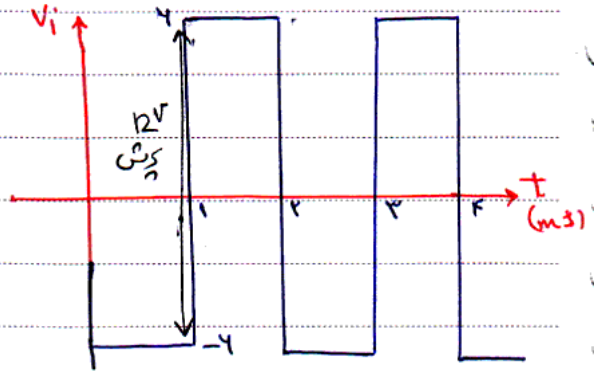
حالت چهارم : اعوجاج خطی داریم و پالس در مدت زمان t_p به مقدار نهایی خودش میرسد و اعوجاج نیز هم داریم.

$$\tau \leq \frac{t_r}{2\pi}$$



مثال) در مدار شکل زیر، شکل موج ورودی را به طور دقیق رسم کنید.





$t_r = t_f = ..$

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\tau = RC = 10\,pf \cdot 10\,K\Omega = 0.1\,\mu sec$

$\frac{t_r}{2\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{\omega} = \frac{1}{\omega}\,msec$ حالت سوم

سوزنی شکل کامل

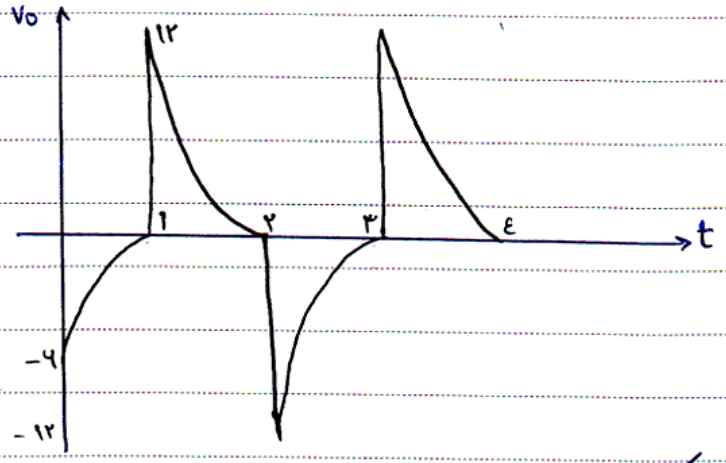
$0 < t < 1\,ms \longrightarrow \begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(0^+) = -4 \end{cases}$

$V_o(t) = -4e^{-t/\tau}$ $\quad V_o(1ms) = -4e^{-1ms/0.1ms} \simeq 0$ $\quad = -4e^{-10} \simeq 0$

$1 < t < 2 \longrightarrow \begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(1^+) = 0 + 12 = 12 \end{cases}$ پرش

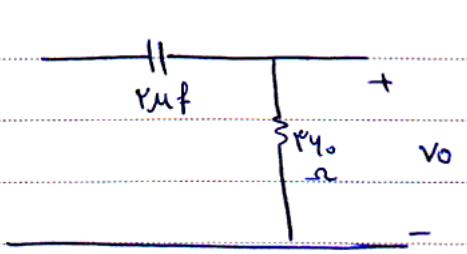
مقدار قبلی + پرش

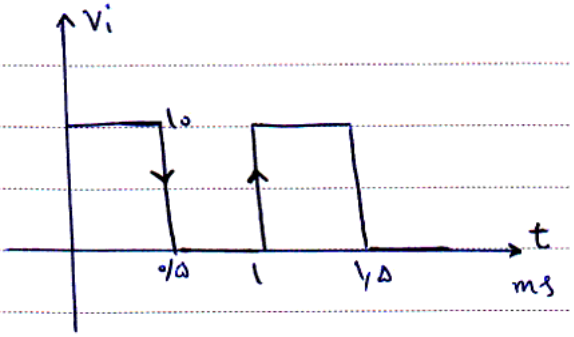
$V_o(t) = 0 + 12e^{-\frac{t-1}{\tau}}$ $\longrightarrow V_o(2ms) = 12e^{-1/\tau\,ms} \simeq 0$



مثال) شکل موج ولتاژ خروجی را رسم کنید.

www.Prozheha.ir





$t_r = t_f = 0/5\ ns$

$\tau = RC = 470\Omega \times 2\mu f = 0/94\ ms$

$\frac{tp}{5} < \tau < 10tp$ حالت دوم

اعوجاج لبه‌ی دائم و پایین در مدت زمان tp و مقادیر بالای

خود می‌رسد.

$\begin{cases} 0 < t < 0/5 \\ V_i = 10V \end{cases}$ $\quad V_o(t) = 10e^{-t/\tau}$

$V_o(0/5ms) = 10e^{-0/5/0/94} = +5$ ولت

برای زمان منفی حساب می‌کنیم برای زمان مثبت

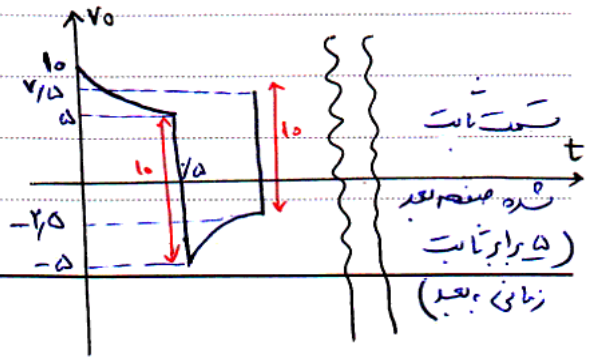
$\begin{cases} V_o(0/5^+ ms) = 5 - 10 = -5 \text{ ولت} \\ V_o(\infty) = 0 \end{cases}$

ولتاژ خازن در لحظه‌ی (۰) خود و تا زمان ولتاژ دو سر

خازن را نمی‌تواند یکباره عوض کند (تغییر جهت نمی‌دهد)

$V_o(t) = 0 + (-5)\, e^{-\frac{t - 0/5}{0/94 ms}} \longrightarrow V_o(1^- ms) = -2/5\ V$

$V_o(1^+ ms) = -2/5 + 10 = 7/5$ ولت



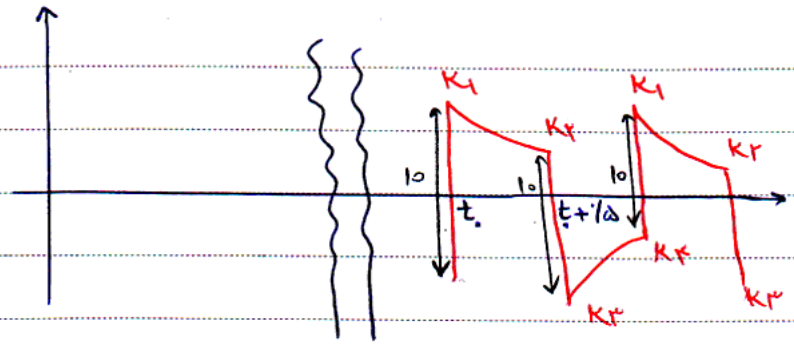
PqPCO

www.Prozheha.ir

۴۰

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$t_0 < t < t_0 + 0.5$ ms : K یافتن

$$\begin{cases} v_0(\infty) = 0 \\ v_0(t_0^+) = K_1 \end{cases} \longrightarrow v_0(t) = K_1 e^{-\frac{(t-t_0)}{\tau}}$$

$$v_0(t_0 + 0.5^-) = \frac{K_1}{2} = K_2 \quad (1)$$

$K_1 - 10 = K_4$ (2) $\qquad K_3 + 10 = K_2$ (3)

$t_1 < t < t_1 + 0.5$

$$\begin{cases} v_0(\infty) = 0 \\ v_0(t_1^+) = K_3 \end{cases} \Longrightarrow v_0(t) = K_3 e^{-\frac{(t-t_1)}{\tau}}$$

$$v_0(t_1 + 0.5^-) = \frac{K_3}{2} = K_4 \quad (4)$$

$$\begin{cases} K_1 = \frac{20}{3} \text{ V} \\ K_2 = 10/3 \text{ V} \\ K_3 = -5/3 \text{ V} \\ K_4 = -10/3 \text{ V} \end{cases}$$

PAPCO

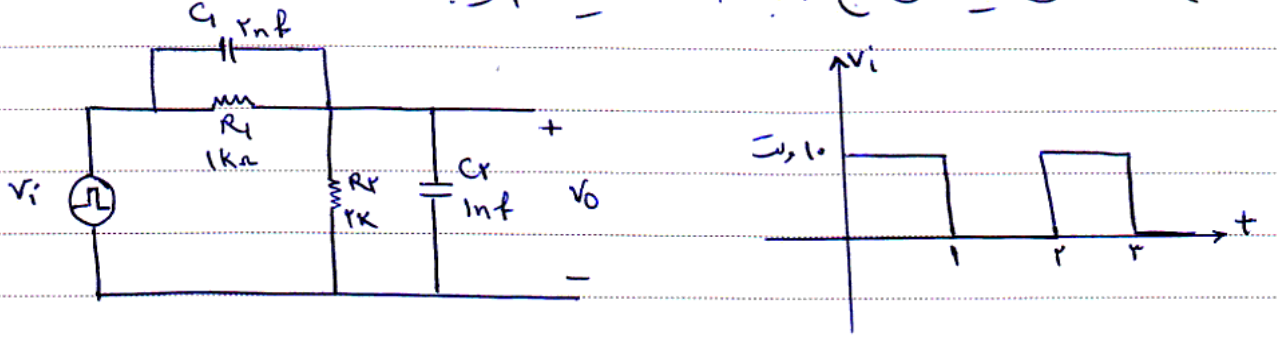
www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

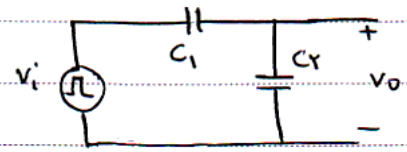
مسئله نیز ناقص حل نیست.

مثال) در مدار شکل زیر، شکل موج خروجی را به صورت دقیق رسم کنید؟



حل)

$t=0$ ← خازن‌ها اتصال کوتاه ← مقاومتی حذف می‌شوند



$t=0^+$

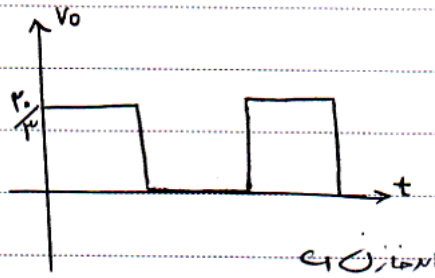
$V_o(0^+) = \frac{C_1}{C_1+C_2} V_i = \frac{2}{1+2} \times 10 = \frac{20}{3}$ ولت ← مقسم خازنی

$V_o(\infty) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i = \frac{2}{4} \times 10 = \frac{20}{3}$ ولت ← مقسم مقاومتی

$\rightarrow V_o(0^+) = V_o(\infty)$

مقداری $V_o(t) = 20/3$ ولت

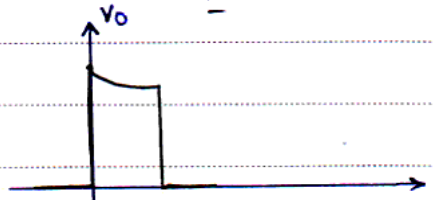
$0 < t < 1ms$



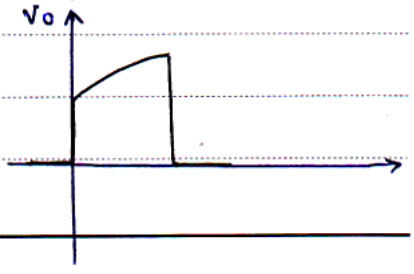
برای اینکه انرژی ذخیره‌شده خازن C_2 از بین نرود یا به خازن C_1 راه‌اولی در مدار داده شود تا رابطه‌ی روبرو برقرار شود.

شرط بدانستن اعوجاج به صفر: $R_1C_1 = R_2C_2$ ←

اگر $R_1C_1 > R_2C_2 \rightarrow V_o(0^+) > V_o(\infty)$



اگر $R_1C_1 < R_2C_2 \rightarrow V_o(0^+) < V_o(\infty)$

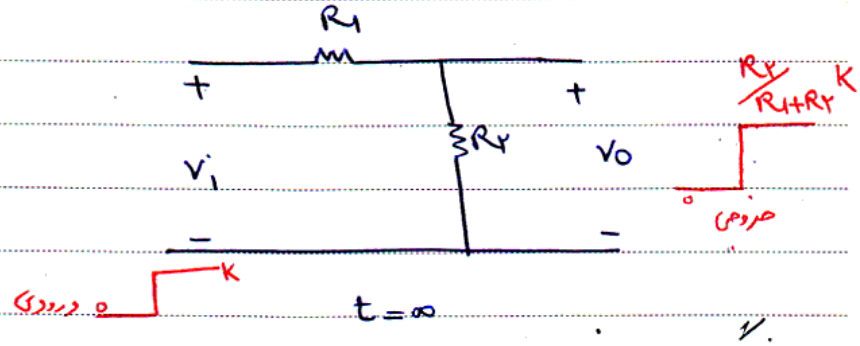


P4PCO

www.Prozheha.ir

$$C_1 = \frac{R_2 C_2}{R_1}$$

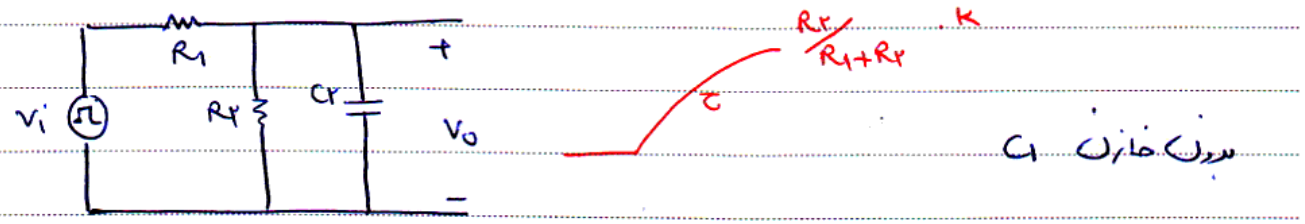
مقدار طراحی شده برای خازن C_1 جهت حذف اثرات بارگذاری خازن C_2



اثر بارگذاری خازن C_2 :

۱) ایجاد ثابت زمانی $\tau = (R_1 \| R_2) C_2$

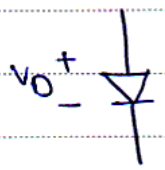
۲) بدون تاثیر بر روی دامنه ولتاژ نهایی $V_o(\infty) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i$



بدون خازن C_1

فصل ۳ : مدارهای سوئیچینگ و المان های سوئیچ کننده (دیود و ترانزیستور)

دیود (Diode) : نمایش مدار و رابطه جریان ـ ولتاژ به صورت زیر می باشد :



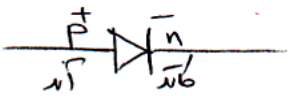
$$i_D = I_S \left(e^{V_D / \eta V_T} - 1 \right) \qquad 1 < \eta < 2$$

V_T : ولتاژ حرارتی $25\,mV$ در دمای اتاق $300^\circ K$.

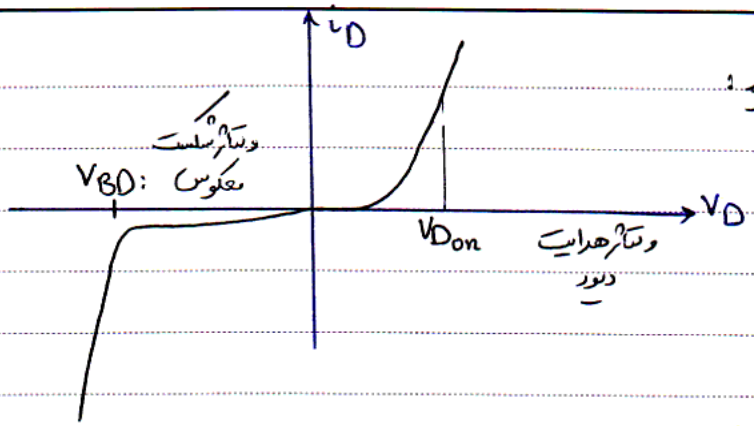
I_S : جریان اشباع معکوس دیود یا نیمه هادی p ـ n

www.Prozheha.ir

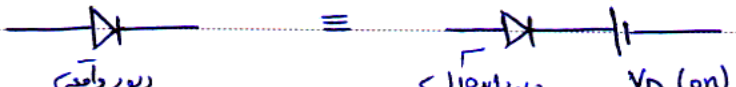
۳۳

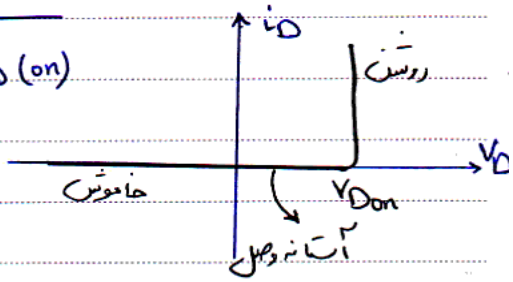


مشخصه ی واقعی یک دیود :

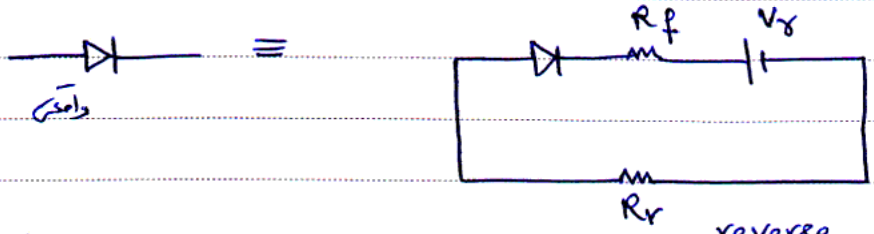


۱) مدل دیود با ولتاژ آستانه :





۲) نمایش پاره خطی رابطه جریان ـ ولتاژ دیود

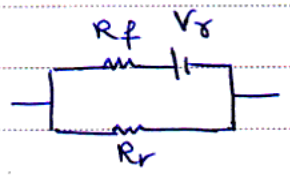


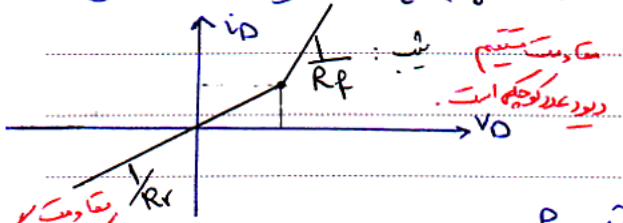
هنگامیکه دیود روشن

اگر $V_i > V_\gamma \rightarrow D_{ideal}$: on

اگر $V_i < V_\gamma \rightarrow D_{ideal}$: off

reverse

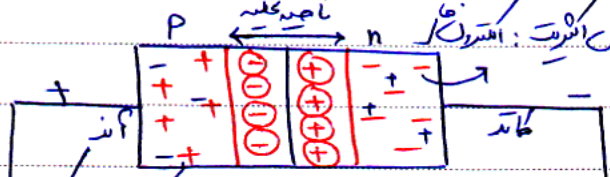




شیب : مقاومت سیستم دیود وقتی روشن است.

مقاومت سیستم وقتی دیود خاموش است.

* دیود ایده آل مدار کلیدی است با این مدت با ابزار سرعت قطع و وصل نمودن است.



آن ها حامل اقلیت

ساختمان دیود نیمه هادی

ولتاژ بایاس یک نیمه هادی p-n :

Si ← ۰/۷ ولت

Ge : ۰/۳ ولت

V_f

PdPCO

www.Prozheha.ir

* برای روشن شدن یک ریبوزوم:

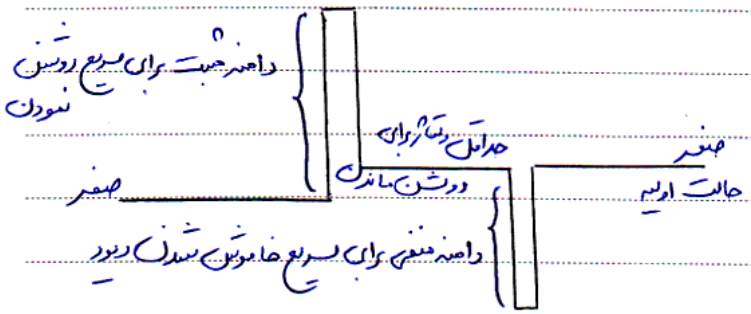
ولتاژ مثبتی به نیمه هادی نوع p (آنود) اعمال می‌شود. در این حالت حفره های نیمه هادی p (حامل اکثریت آن) به سمت ناحیه تخلیه دفع شده و ضمن برخورد با ناحیه تخلیه، عرض آن (W) کم می‌شود و بنابراین ریبوز روشن خواهد شد.

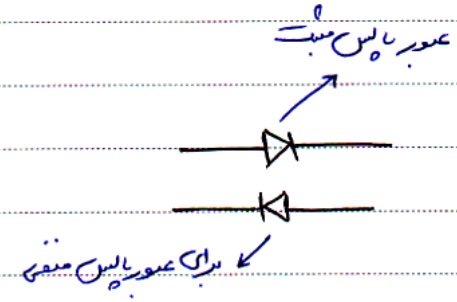
هرگاه ولتاژ اعمالی به ریبوز بزرگ‌تر باشد سرعت روشن شدن ریبوز بالاتر می‌رود.

۱) برای افزایش سرعت ریبوز، اعمال ولتاژ مثبت با دامنه بالا.

اما با این عمل، حامل های اضافی در ناحیه تخلیه تزریق شده است و عرض تخلیه کم شده است که برای خاموش کردن ریبوز،

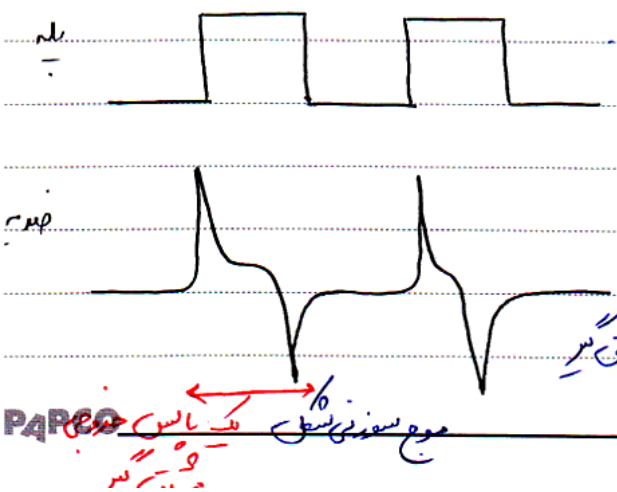
باید این بارهای اضافی از تخلیه خارج شوند و ریبوز به حالت اولیه خود برگردد پس با اعمال ولتاژ منفی خاموش خواهد شد.





* اما مانیتورهای آزمایشگاهی پالس های مربعی تولید می‌کنند.

لذا باید از این پالس برای پالس ما را تولید کرد.



* مشق یا خیر است.

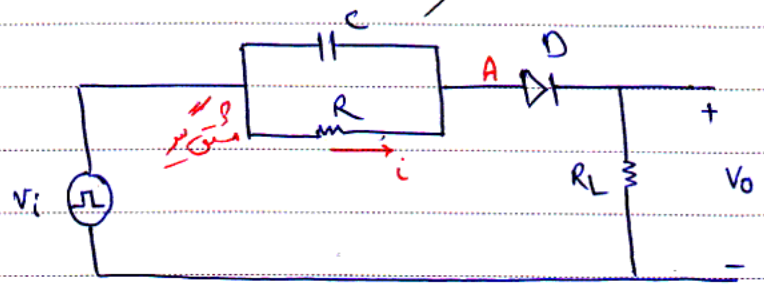
PqPCO

www.Prozheha.ir

وقتی که دیود روشن باشد مقاومت خازن c می‌شود: $R \| R_L$ است.

$$\Rightarrow \tau = (R \| R_L) C$$

بنابراین مداری که استفاده می‌شود:



۵ ولت
V_A : ۰

اگر $V_i = ۵$ ولت ← خازن اتصال کوتاه (در لحظه‌ی صفر) ← $V_A = ۵$ ولت

V_A پیش می‌کند

تدریج خازن پر می‌شود و مقاومت R خود را آسان می‌دهد و ولتاژ نقطه‌ی A افت می‌کند. در همه‌ی خازن مدار باز می‌شود.

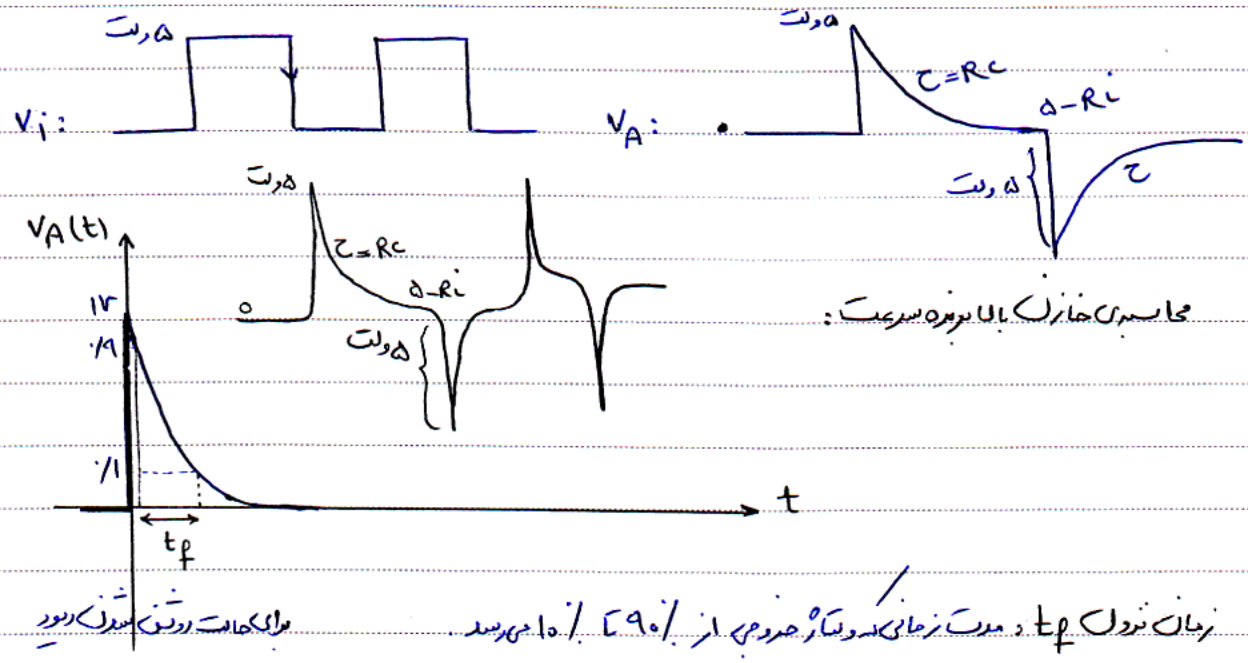
R : مقاومت محدود کننده جریان دیود

$\tau = RC$ ثابت زمانی

خازن مدار باز می‌شود.

$$i_D(\infty) = i \simeq \frac{۵ - ۰/۷}{R + R_L}$$

رسیدن و تخلیه شدن خازن c



محاسبه‌ی خازن با پالس با لبه‌ی سریع:

زمان نزول t_f: مدت زمانی که ولتاژ خروجی از ٪۹۰ تا ٪۱۰ می‌رسد.

برای حالت روشن شدن دیود

www.Prozheha.ir

Subject:

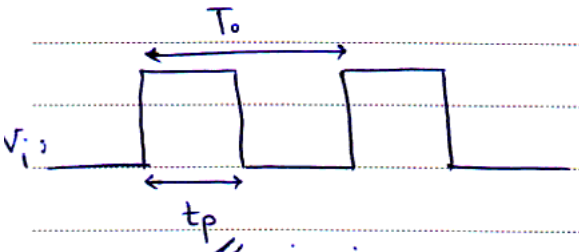
Year. Month. Date. ( )

برای اینکه دیود سریع روشن شود باید زمان روشن شدن دیود از زمان t_f کمتر باشد $t_f > t_{ON}$

$$V_A(t) = 0 + (1-0)e^{-t/\tau} = e^{-t/\tau}$$

$$V_A(t_f) = e^{-t_f/\tau} = 0.1 \longrightarrow \frac{-t_f}{\tau} = \ln 0.1 = -2.3$$

$$\longrightarrow t_f = 2.3\,\tau_{on} = 2.3\,(R\|R_L)\,C > t_{on} \longrightarrow \boxed{C > \frac{t_{on}}{2.3\,R\|R_L}} \quad (1)$$



برای افزایش سرعت خاموش شدن دیود پیوندی :

مدت زمان خاموش شدن در ناحیه ی $T_0 = t_p$ است.

باید پالس بعد از خاموش شدن، صفر برسد چون در پالس بعدی ممکن است سرعت روشن شدن را کم کند.

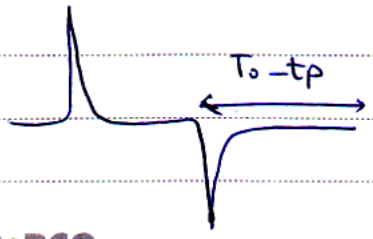
مقادیر های پالس

$$\text{زمان روشن مقادیر های} = \boxed{5\,\tau_{off} < T_0 - t_p}$$

یعنی $5RC < T_0 - t_p \longrightarrow$ (۲) $\boxed{C < \frac{T_0 - t_p}{5R}}$

(۱) , (۲) $\longrightarrow \boxed{\frac{t_{on}}{2.3\,(R\|R_L)} < C < \frac{T_0 - t_p}{5R}} \Rightarrow$ خازن با بازه سرعت

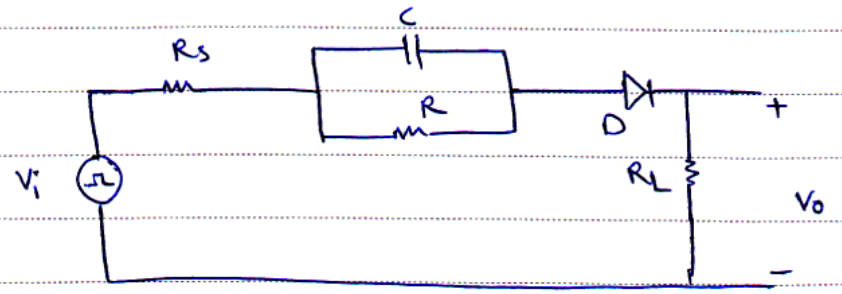
T_0 : دوره تناوب ورودی از روی منحنی به دست می آید.



t_p : عرض پالس از روی duty cycle به دست می آید.

www.Prozheha.ir

به عنوان مثال



$$\frac{t_{on}}{(R \| (R_s + R_L))} < C < \frac{T_o - t_p}{\omega R}$$

$$t_f = t_2 - t_1 = 2.2\,\tau_{on}$$

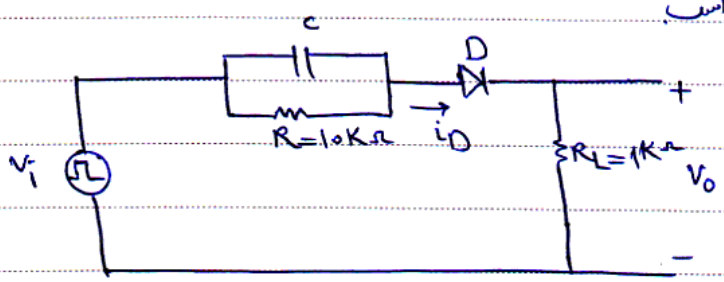
$2.3 = 2.2$ (تقریباً)

$$V_A(t) = 0 + (1-0)\,e^{-t/C} = e^{-t/\tau}$$

$$V_A(t_2) = e^{-t_2/\tau} \longrightarrow \ldots$$ مشابه قبل

مثال) در مدار سفل زیر حداکثر و حداقل مقدار خازن، شکل های i_d و V_O را به ازای ورودی داده شده رسم کنید.

موج ورودی این صورت است با $t_{on} = 20\,nsec$ و فاصله قطع و وصل شدن دیود (دوری) $15\,kpps$ باشد. دیود ایده آل در نظر گرفته می شود و duty cycle = 50% است.



$$f = 15\,kpps = \frac{1}{T_o} \longrightarrow T_o = \frac{1}{f} = \frac{1}{15k} = \frac{1}{15000}\,sec$$

www.Prozheha.ir

$$\text{duty cycle} = \frac{t_p}{T_0} = \%5 \longrightarrow t_p = \frac{1}{20000}\ \text{sec}$$

$$T_0 - t_p = \frac{1}{20000}\ \text{sec}$$

$t=0$ در زمان ← خازن اتصال کوتاه می‌شود ← $i_D(0) = \frac{V_i - V_D}{R_L} = \frac{5 - 0.7}{1K} = 4.3\ mA$

ثابت زمانی مدار شارژ خازن در حالت وصل دیود $\tau_{on} = (R \| R_L)\, C$

$$\frac{t_{on}}{2.3(R\|R_L)} < C < \frac{T_0 - t_p}{5R}$$

$$\longrightarrow \quad 10\,pf < C < 444.4\,pf$$

مقدار مناسبی است هم سریع روشن می‌شود ← $C = 0.1\,nf$ را انتخاب کنید

هم سریع خاموش می‌شود (مقدار خازن باید استاندارد باشد.) $C = 100pf$ استاندارد است

$$i_D(\infty) = \frac{V - V_D}{R + R_L} = \frac{5 - 0.7}{11} = 0.39\ mA$$

خازن مدار باز

$$i_D(t) = i_D(\infty) + \left(i_D(0) - i_D(\infty)\right) e^{-t/\tau_{on}} =$$

$$0.39 + (4.3 - 0.39)\, e^{-t/90.9\ nsec}$$

$$i_D(t_p) = 0.39\ mA$$

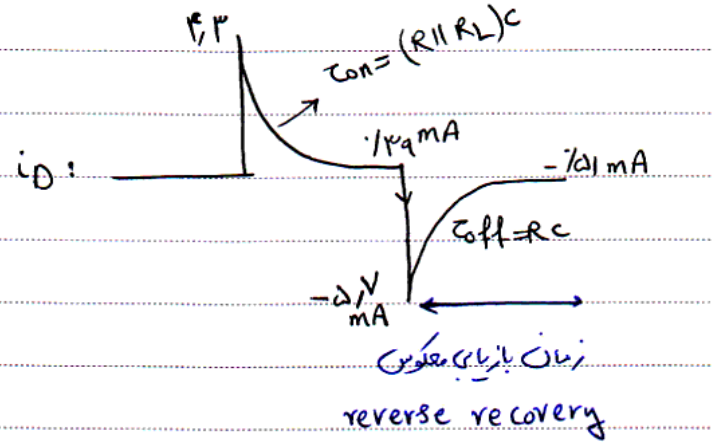
$$i_D = \frac{V_i - V_0}{R_L} = \frac{-5 - 0.7}{1K} = \frac{-5.7}{1} = -5.7\ mA$$

جریان دیود منفی شد ← دیود روشن نمی‌شود.

www.Prozheha.ir

$i_D(t)$ در حالت خاموش شدن دیود

$$i_D(\infty) = \frac{V_i - 0.7}{R+R_L} = \frac{-5-0.7}{11} = -0.51\ mA$$



$V_o(0^+) = V - V_D = 5 - 0.7 = 4.3$ ولت

$i_D(\infty)$ روشن بودن دیود

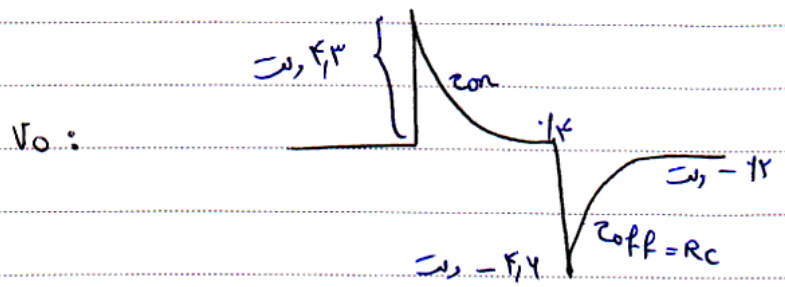
$V_o(\infty) = V - V_D - R(I_D) = 5 - 0.7 - 10^{k\Omega} \times 0.49^{mA} = 0.4$ ولت

$$V_o(t) = V_o(\infty) + \left(V_o(0^+) - V_o(\infty)\right) e^{-t/\tau_{on}} \rightarrow V_o(t_p) \cong 0.4 \text{ ولت}$$

$V_o(t_p^+) = 0.4 - 5 = -4.6$ ولت

$i_D(\infty)$ خاموش شدن دیود

$V_o(T_0) \cong V_o(\infty) = -5 - 0.7 - R(I_D) = -5 - 0.7 - 10 \times (-0.51) = -0.4$ ولت



www.Prozheha.ir

ترانزیستور BJT :

ترانزیستور یک المان سه پایه است که دارای پایه‌های بیس، امیتر و کلکتور می‌باشد.

استفاده از ترانزیستور به عنوان سوئیچ بسیار گسترده است.

بالا رفتن سرعت ترانزیستور به معنای بالا رفتن سرعت قطع و وصل شدن پیوند BE است.

نواحی مختلف عملکرد ترانزیستور :

۱) ناحیه قطع cut off

پیوند کلکتور امیتر مدار باز $\begin{cases} i_B = 0 \\ i_C = 0 \end{cases}$

$V_{CE} = V_{CC}$

$P_C = V_{CE} \cdot I_C \simeq 0$

$|V_{BE}| < 0$

۲) ناحیه فعال active

$i_B > 0$

$i_C = \frac{h_{fe}}{\beta} i_B$

$0 < V_{CE} < V_{CC}$

$P_C > 0$

$V_{BE} = 0/7 V$ ثابت

www.Prozheha.ir

۳) اشباع (sat)

لذا هرگاه ترانزیستور در حالت اشباع یا قطع باشد توان مصرفی کم است.

$i_B > 0$

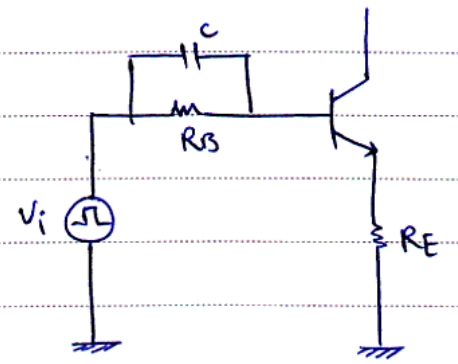
$i_{c_{sat}} < h_{fe} i_B$

$V_{BE} \simeq V_{CE\,sat} \simeq 0$ بایاس موثر امیتر اتصال کوتاه

$|V_{BE}| = V_{BE_{sat}} \simeq$ ۰/۸ ولت

چون پیوند بین امیتر ترانزیستور مشابه یک دیود رفتار می‌کند لذا همان روابط ذکر شده در مورد دیود در این جا هم صادق است.

است برای بالا بردن سرعت قطع و وصل شدن پیوند BE از یک خازن با بازده سرعت موازی بین استفاده خواهد شد.

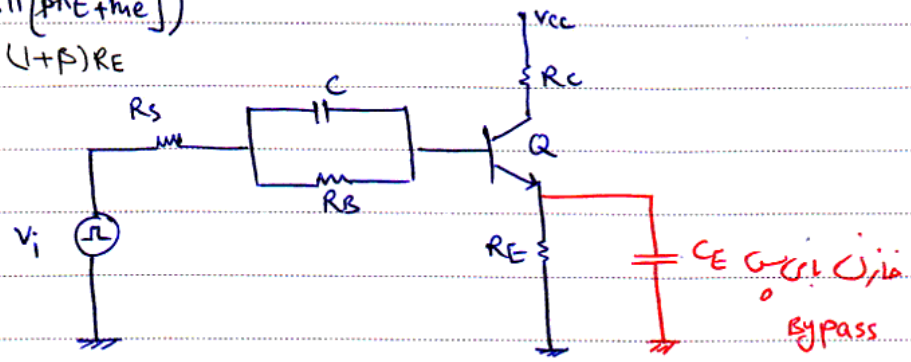


$i_c < h_{fe} i_B$

$$\frac{t_{on}}{2.2\left(R_B \| \left[\beta R_E + h_{ie}\right]\right)} < C < \frac{T_0 - t_p}{5 R_B}$$

$$(1+\beta) R_E$$

پیوند طلوز امیتر اتصال کوتاه



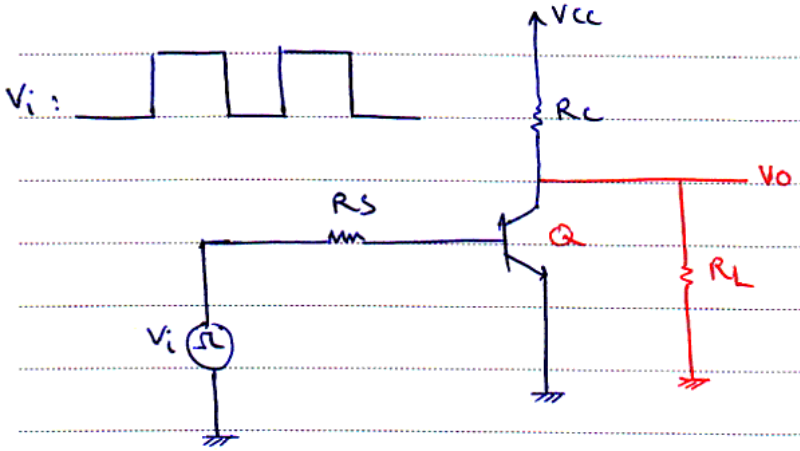
www.Prozheha.ir

اگر CE باشد $\rightarrow \frac{t_{on}}{2.2 R_B \| (R_S + R_E(1+\beta) + h_{ie})} < c < \frac{T_0 - t_p}{\Delta R_B}$

اگر CE باشد $\rightarrow \frac{t_{on}}{2.2 (R_B \| [h_{ie} + R_S])} < c < \frac{T_0 - t_p}{\Delta R_B}$

اثرات بایاس در ترانزیستور

۱) بایاس مقاومتی



مدار سوئیچ ترانزیستوری با بار مقاومتی

$V_o = V_{CEsat} \simeq 0$ به عبارتی این است که

شرط CE مدار باز

اگر $V_i = 0$ low $\rightarrow$ Q : off $\xrightarrow{I_C = 0}$ $V_o = V_{cc}$

R_L نباشد

با توجه به ۳ حالت ذکر شده در صفحه ی قبل

اگر V_i = high $\rightarrow$ Q : on $\rightarrow$ $V_o = V_{osat} \simeq 0$

NOT نیت

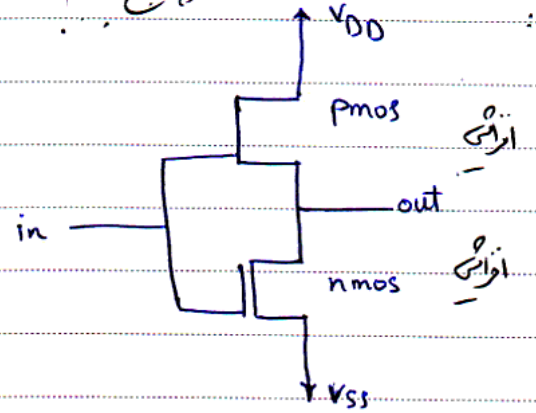
npn با

اشباع

چرا اشباع ؟!!

با دقت:

معمولا گیت های NOT را به این صورت می سازند :

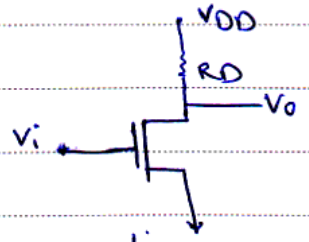


اولی ... $\rightarrow$ cmos نامیده

www.Prozheha.ir

اگر $V_i = 0 \rightarrow$ pmos: on , nmos: off $\rightarrow V_o = V_{DD}$

اگر V_i = high $\rightarrow$ pmos: off , nmos: on $\rightarrow V_o = V_{ss}$

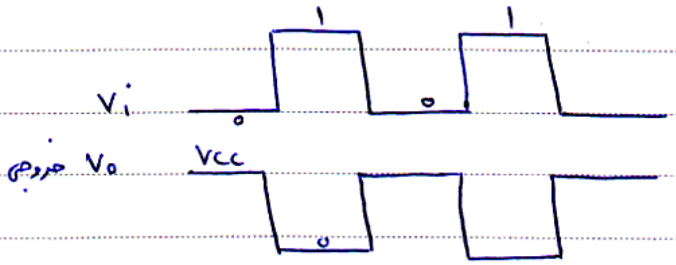


nmos ترانزیستور با سطح ایزوله

only

ادامه:

ورودی مطابق است.



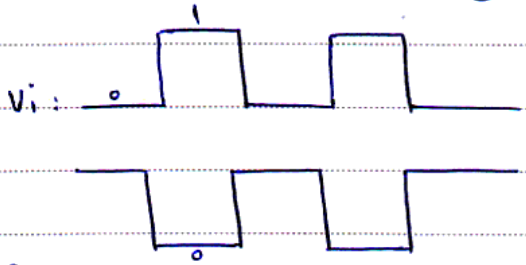
ترانزیستور بایاس

اگر R_L باشد

اگر $V_i = 0 \rightarrow Q$: off $\rightarrow V_o = \frac{R_L}{R_L + R_C} \times V_{CC}$

اگر V_i = high $\rightarrow Q$: on $\rightarrow V_o = V_{CE\,sat} \approx 0$

اتباع



دامنه خروجی تابع مقاومت بار خروجی است.

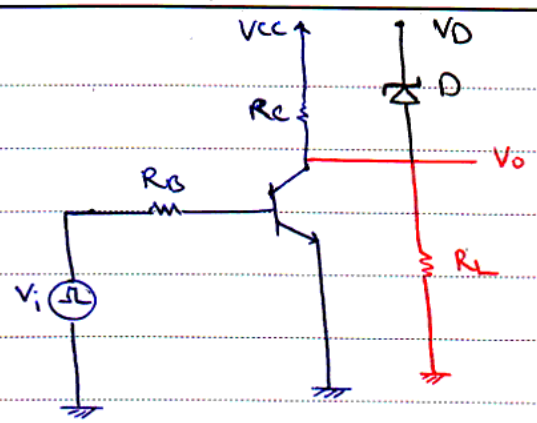
$V_o : \frac{R_L}{R_C + R_L} V_{CC}$

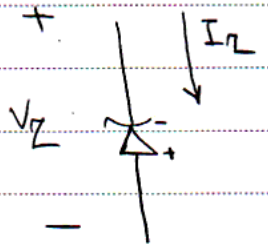
(یک عیب بزرگ مدار)

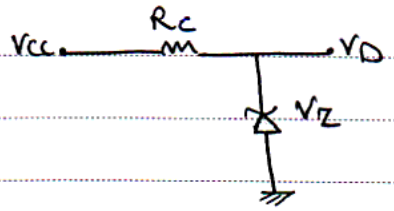
www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )







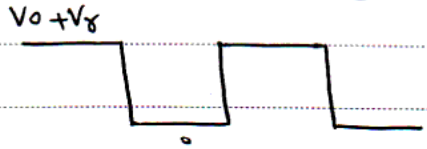
VD : از یک دیود زنر و مقاومت استفاده می‌گردد.

اگر $V_i = 0 \longrightarrow Q: off \ , \ D: on \longrightarrow V_o = V_D + V_\gamma$

اگر $V_i = high \longrightarrow Q: on \ , \ D: off \longrightarrow V_o = V_{CE\,sat} = 0$

اشباع

V_o :



اثبات :

اگر $V_o = \frac{R_L}{R_L + R_c} V_{cc} \rangle V_D + V_\gamma \longrightarrow D: on \longrightarrow V_o = V_D + V_\gamma$

اگر $V_o = \frac{R_L}{R_L + R_c} V_{cc} < V_D + V_\gamma \longrightarrow D: off \longrightarrow V_o = \frac{R_L}{R_L + R_c} V_{cc}$

بنابراین $\frac{R_{L\min}}{R_{L\min} + R_c} V_{cc} = V_D + V_\gamma$

$\longrightarrow (R_{L\min} + R_c)(V_D + V_\gamma) = R_{L\min} V_{cc}$

www.Prozheha.ir

مسیر قبل از بازخوانی اشباع کامل نیز وجود است (اشباع نمی‌آورد)

از بازخوانی یک مسیر مستقیم می‌باید.

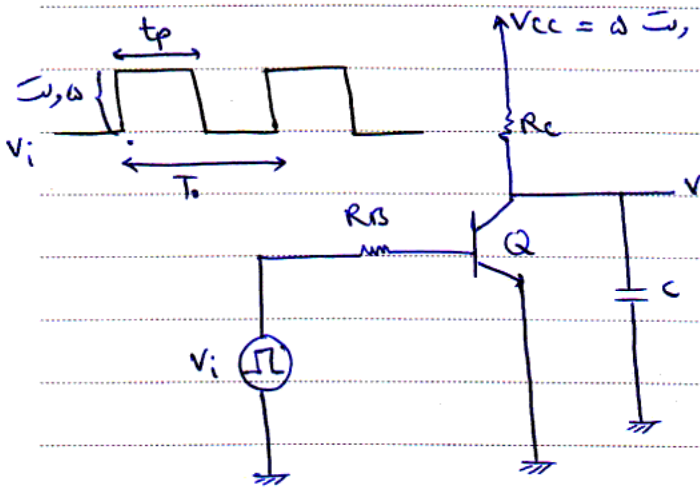
حتماً باید $R_L > R_{Lmin}$ باشد تا $V_o = V_D + V_\gamma$ شود. ثابت بردد.

$$R_{Lmin} = \frac{R_c(V_D + V_\gamma)}{V_{cc} - (V_D + V_\gamma)}$$

← به ازای هر V_D، یک R_{Lmin} به دست می‌آید.

* اگر $V_D = V_{cc} \rightarrow R_{Lmin} = \frac{R_c(V_{cc} + V_\gamma)}{-V_\gamma} < 0$

لذا به ازای هر مقاومتی جواب می‌دهد. $R_L > 0$

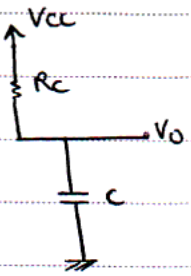


ابزارات بازدارک خازنی:

الف) بازخوانی در ترانزیستور:

در مدار شکل رو برو، شکل موج ولتاژ خروجی را به طور دقیق رسم کنید و شکل موج t_f و t_r را به دست آورید.

① اگر $V_i = 0 \rightarrow Q: off \rightarrow$



بنابراین سریع خازن با ثابت زمانی $\tau = R_c \cdot C$ شارژ شده و به V_{cc} می‌رسد.

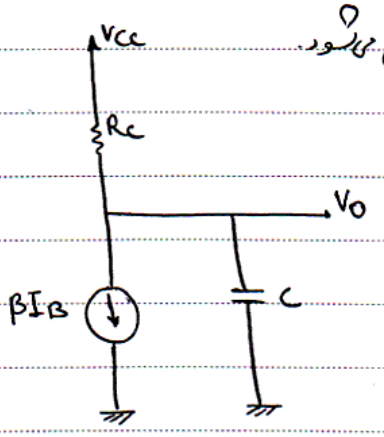
خروجی از طریق ↑

زمان صعود $t_r = 2.2\tau = 2.2 R_c \cdot C \gg t_f$

② اگر $V_i =$ ۵ ولت $\rightarrow Q: on \rightarrow$ ترانزیستور در ابتدا در حالت فعال است و امپدانس سریع خازن C در ترانزیستور تخلیه شده و تقریباً Q اشباع خواهد شد. بعد از اشباع شدن Q خروجی به مقدار صفر رسیده و ثابت می‌ماند.

www.Prozheha.ir

نکته : وجود خازن در مدار است همیشه خازن را در بی نهایت در نظر بگیرید (مدار باز) و بین وضعیت ترانزیستور را در آن حالت بررسی کنید.



در بی نهایت خازن مدار باز می‌شود و از مدار خارج می‌شود.

$$I_B = \frac{V_i - V_{BE}}{R_B}$$ در آن

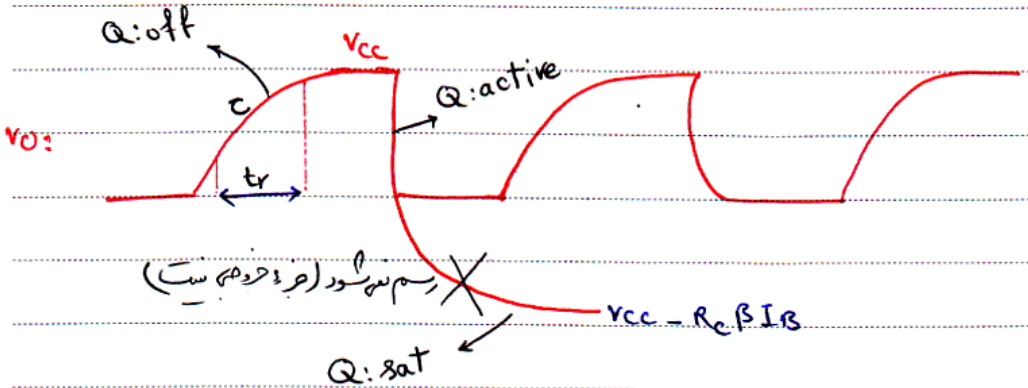
$$V_o(\infty) = V_{cc} - R_c I_c = V_{cc} - R_c \beta I_B < 0$$

Q : اشباع شده است.

$$\longrightarrow V_o = V_{CEsat} = 0$$

$$V_o(t) = V_o(\infty) + \left(V_o(0) - V_o(\infty)\right) e^{-t/C = R_c \cdot C}$$

$$V_o(t_f) = V_{cc} - R_c \beta I_B + \left(V_{cc} - (V_{cc} - R_c \beta I_B)\right) e^{-t_f/C} \longrightarrow t_f = ?$$



$t_r \gg t_f$ ← از روی شکل

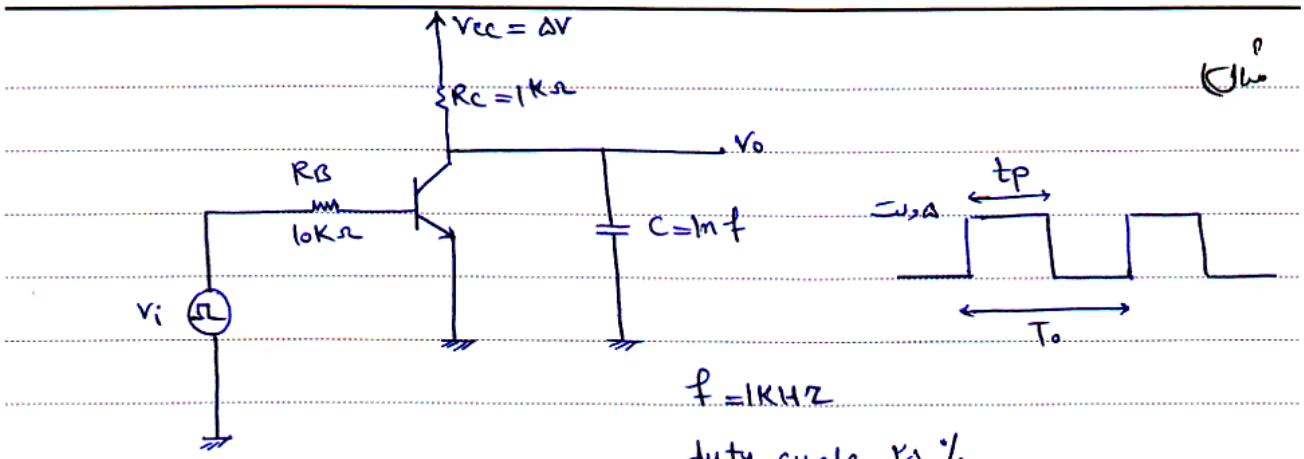
لبه بالا رونده حذف شده است.

www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

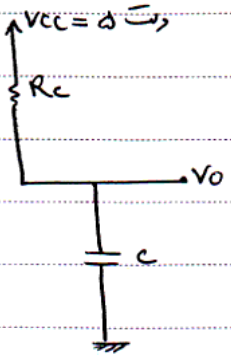
مثال ۹



$f = 1KHZ$

duty cycle = ۲۵ %

① اگر $V_i = 0 \longrightarrow Q : off \longrightarrow$



$\tau = R_c . c = 1\mu s$

$$V_o(t) = V_{cc} + (0 - V_{cc})\, e^{-t/1\mu s}$$

$$\begin{cases} V_o(\infty) = V_{cc} = ۵ \text{ ولت} \\ V_o(0^+) = 0 = V_o(0^-) \longrightarrow \text{خازن بار اولیه ای ندارد} \\ \tau = R_c . c \end{cases}$$

$$V_o(t) = ۵\left(1 - e^{-t/1\mu s}\right)$$

$$V_o(T_o - tp) = V_o(۰/۷۵ ms) = ۵\left(1 - e^{\frac{-۰/۷۵ ms}{1\mu s}}\right) \simeq ۵ \text{ ولت}$$ (به مقدار نهایی خودش می رسد)

$$\begin{cases} T_o = \frac{1}{f_o} = 1 msec \\ tp = \frac{1}{f} T_o = ۰/۲۵ ms \\ T_o - tp = ۰/۷۵ ms \end{cases}$$

همان شکل ورودی پله ای رسم می شود.

زمان رسیدن خازن به $۵\tau_{off} < T_o - tp$

" $۵\tau_{on} < tp$

P4PCO

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

زمان صعود $t_r = 2.2\,\tau = 2.2\,R_C \cdot C = 2.2\ \mu sec$

② اگر $V_i = 5$ ولت $\longrightarrow$ Q : on ابتدا روشن است.

$$i_C = \beta i_B = \beta \cdot \frac{V_i - V_{BE}}{R_B} = 43\ mA$$

فرض $\beta = 100$

$$\begin{cases} V_o(\infty) = V_{CC} - R_C i_C = -38 \text{ ولت} < 0 \longrightarrow Q \text{ دیود بایاس اشباع شده است} \\ V_o(0) = 5 = V_{CC} \\ \tau = R_C \cdot C \end{cases}$$

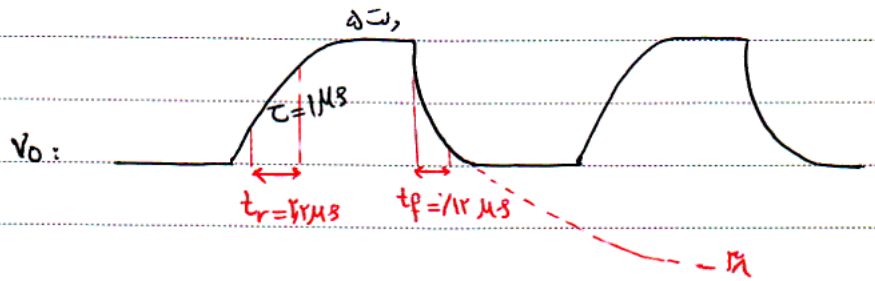
$$V_o(t) = -38 + \left(5 - (-38)\right) e^{-t/\tau}$$

$$V_o(t_f) = -38 + 43\, e^{-t_f/\tau} = 0$$ (حول کندن شروع شدن)

$$43\, e^{-t_f/\tau} = 38 \longrightarrow e^{-t_f/\tau} = \frac{38}{43} = \%88 \longrightarrow -\frac{t_f}{\tau} = \ln(0.88)$$

$t_f = 0.12\,\tau = 0.12\ \mu sec$ تقریبی

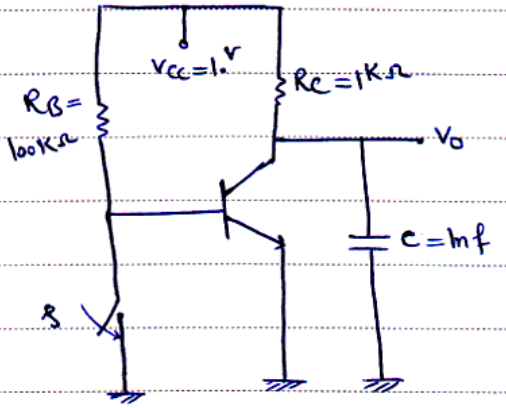
نتیجه : $t_f \ll t_r$



www.Prozheha.ir

تمرین ۱) از سوالات پایان ترم ۱

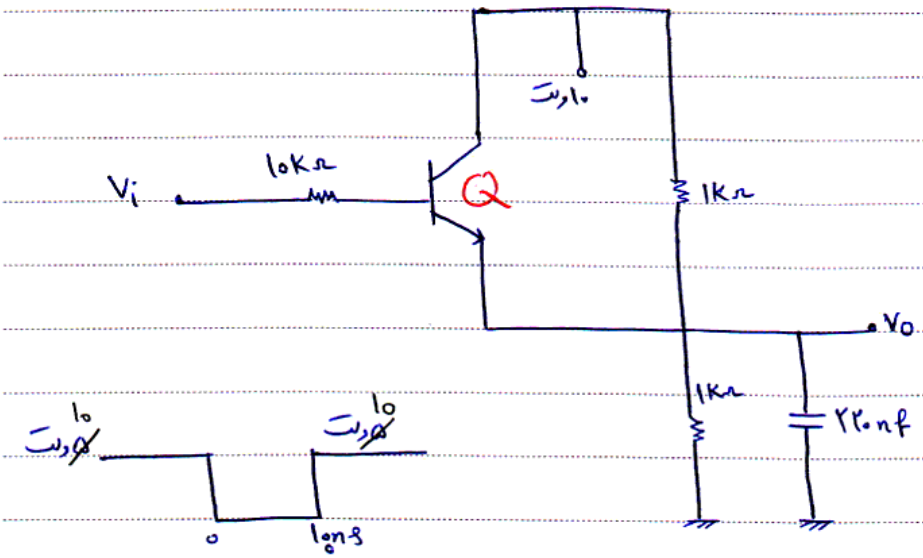
در مدار شکل زیر شکل موج خروجی را به طور دقیق رسم کنید.



$\beta=100$ $V_{BE}=0.7V$ $V_{CE_{sat}}=0.2$

V_i: بسته $t<0$ ، باز $0<t<500\mu s$ ، بسته $t>500\mu s$

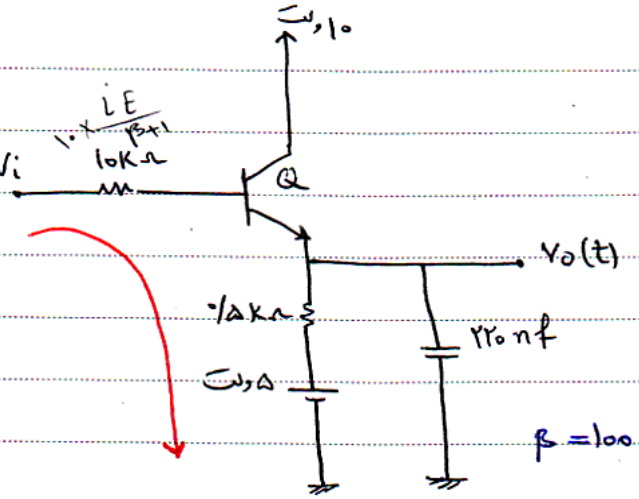
تمرین ۲)



www.Prozheha.ir

حل تمرین ۲)

مطابق صورت سوال ≡



برای $t<0$

V_i = ۱۰ ولت

$\longrightarrow$ Q : on

درحالت نهایی خازن مدار باز می‌شود، بررسی می‌کنیم که Q در ناحیه فعال است یا اشباع:

$$I_E = \frac{V_i - V_{BE} - ۵\text{ ولت}}{\frac{۱۰k\Omega}{\beta+1} + ۰/۵k\Omega} = \frac{۱۰ - ۵/۷}{\frac{۱۰k\Omega}{۱۰۱} + ۰/۵k\Omega} = ۷/۱۷\ mA$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = ۱۰ - (۰/۵ I_E + ۵\text{ ولت}) = ۱۰ - (۰/۵ \times ۷/۱۷ + ۵) = ۱/۴۱ > V_{CEsat} = ۰$$

فعال است.

$$V_E = V_o(۰^-) = ۰/۵ \times I_E + ۵ = ۰/۵ \times ۷/۱۷ + ۵ = ۸/۶\text{ ولت}$$

$$V_o(۰^+) = V_o(۰^-) = ۸/۶\text{ ولت}$$

برای $۱۰۰ > t > ۰$ nsec Q خاموش قطع $\longleftarrow V_i = ۰$

خازن C تخلیه می‌شود.

$$\tau_1 = ۲۲۰nf \times ۰/۵k\Omega = ۱۱\ \mu sec$$

$$\begin{cases} V_o(\infty) = ۰ \\ V_o(۰^+) = ۸/۶ \end{cases} \longrightarrow v_o(t) = ۰ + (۸/۶ - ۰)e^{-\frac{t}{۱۱}\mu sec} \longrightarrow V_o(۱۰۰ ns) = ۸/۵۲\text{ ولت}$$

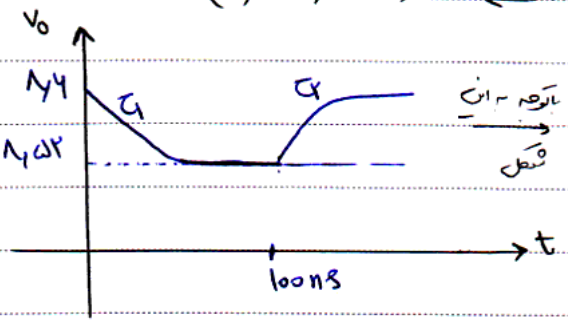
$\tau_1 = ۱۱\ \mu s$

PAPCO

www.Prozheha.ir

برای $t>100ns$ ← ولت ۱۰ = V_i

Q روشن ← در این نهایت Q مغال می‌ماند ← ولت ۸٫۶ = $V_o(\infty)$



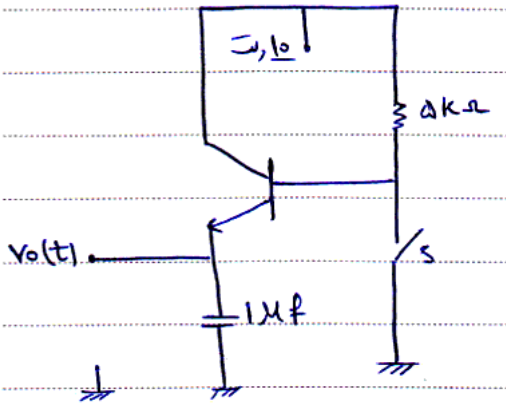
$\tau_2 = 2.2 \times 10^{nf} \left(0.15 \parallel \frac{10k\Omega}{101}\right) = 18\,\mu s$

↳ $t>100ns$

زمان صعود: $t_r = 2.2\,\tau_2 = 40\,\mu s$

زمان نزول: $t_f = 2.2\,\tau_1 = 24.2\,\mu s$

مثال) شکل موج خروجی را به طور دقیق رسم کنید.



$$\begin{cases} \text{بسته} & t<0 \\ \text{باز} & 0<t<100\,\mu s \\ \text{بسته} & t>100\,\mu s \end{cases}$$

$V_{CE\,sat} = 0.2$ $\quad V_{BE} = 0.7$ $\quad \beta = 50$

دقت کنید که خازن را صفر در نظر بگیرید.

هنوز هیچ سرنخی وصل نکرده.

برای $t<0$ ← S بسته ← Q خاموش ← $V_o(t) = 0$

برای $0<t<100\mu s$ ← S باز ← Q روشن.

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در این حالت خازن مدار باز می‌شود.

$$i_B(0) = \frac{10 - 0/7}{5k\Omega} = \frac{9/3}{5} = 1/86\,mA$$

$$i_C = i_E \cong i_C = C\frac{dv_C}{dt} = 1\mu F\,\frac{dV_o}{dt}$$

$$-10 + \Delta i_B + V_{BE} + V_o = 0$$

$$\tau = \frac{5k\Omega}{50} \times C = \frac{5000}{50} \times 1\mu F = 0/1\,ms$$

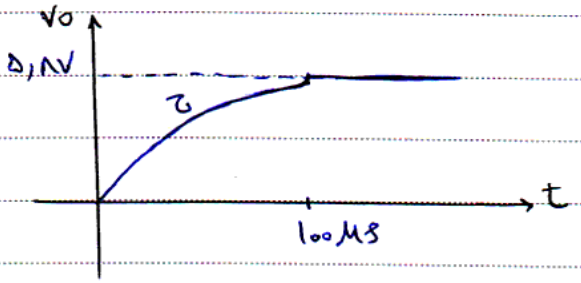
KVL حول: $-9/3 + \frac{5}{\beta} i_C + V_o = 0$

$$\longrightarrow -9/3 + \frac{5k\Omega}{50} \cdot C\frac{dv_o}{dt} + V_o = 0 \longrightarrow \boxed{\frac{1}{10} \times 1ms\,\frac{dv_o}{dt}} + V_o = 9/3$$

$$V_o = 9/3 + (0 - 9/3)e^{-t/\tau}$$

$$V_o(100\mu s) = 9/3\left(1 - e^{\frac{-100\mu s}{0/1\,ms}}\right) = 5/87\,V$$

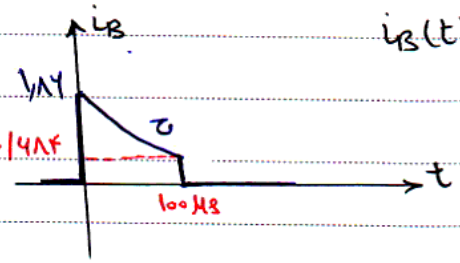
$t > 100\mu s \longrightarrow$ ثابت $\longrightarrow$ خازن مدار باز $\longrightarrow V_o(t) = 5/87\,V$



$$i_B(t) = 0 + (1/87 - 0)e^{-t/\tau}$$

$$\begin{cases} i_B(\infty) = 0 \\ \tau = 0/1\,ms \end{cases}$$

$$\longrightarrow i_B(100\mu s) = 0/486\,mA$$

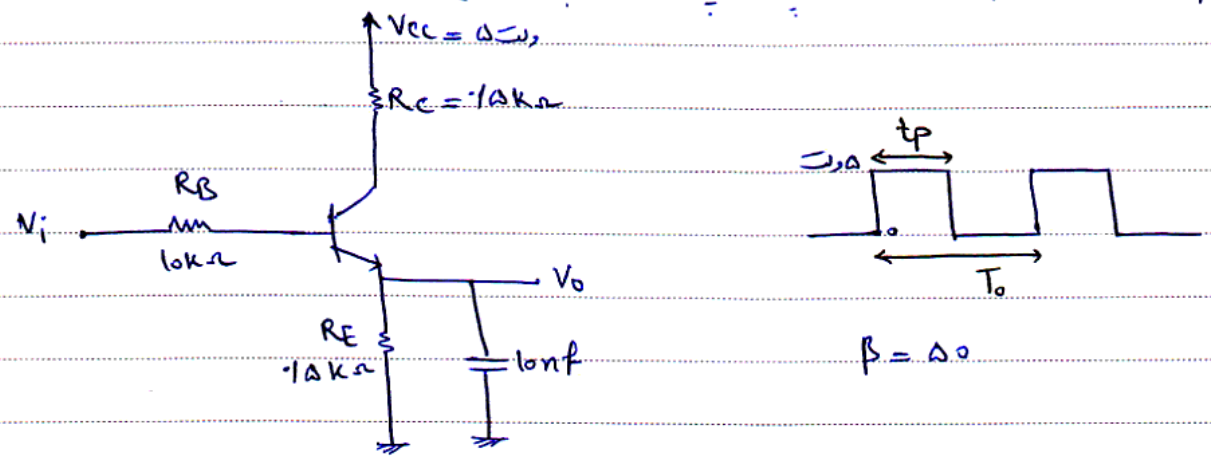


و بنابراین خازن مدار باز می‌شود.

www.Prozheha.ir

معادله حل کرد t_f و برای $t_r = 2.2\tau$ توجه: همچنین در صورتیکه خروجی از اشباع شده باشد $t_r = t_f = 2.2\tau$ ولی اگر خروجی از طریق باز شده باشد

مثال) در مدار شکل زیر، بررسی کنید کدام یک از t_r و t_f حداکثر می‌شود؟ (یعنی کدام یک از t_r و t_f دارای زمان گذرا بزرگتری است چون هرچه کمتر باشد بهتر است.)



اگر $V_i = 0 \longrightarrow Q$: خاموش $\longrightarrow$ خازن C تخلیه می‌شود. $\longrightarrow \tau = R_E \times C = 5\ \mu sec$

ثابت زمانی تخلیه شدن

$t_f = 2.2\,\tau = 11\ \mu sec$ عددی نیست

اگر $V_i =$ ۵ ولت $\longrightarrow$ Q روشن

در حالت نهایی که خازن کنار زده می‌شود بررسی می‌کنیم که Q وصل اشباع است یا وصل مقاله.

$$I_B(\infty) = \frac{V_i - 0.7}{R_B + R_E(\beta+1)} = \frac{5 - 0.7}{10 + 1.5 \times 51} = 0.12\ mA$$

$I_C = \beta I_B = 4\ mA$ $\quad V_{CE} = 5 - 1 \times 4 = -1 < 0 \longrightarrow$ اشباع می‌شود

$$I_{Csat} = \frac{5 - 0.2}{R_C + R_E} = \frac{4.8}{1} = 4.8\ mA$$

$V_o(\infty) = R_E I_E = 4.8 \times 0.5 = 2.4$ ولت

www.Prozheha.ir

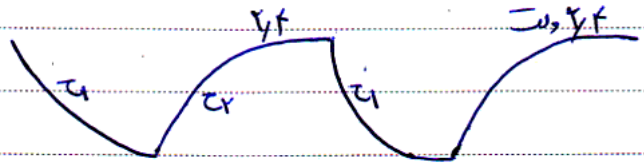
Subject :

Year . Month . Date . ( )

$t_r = 2.2\tau$ شارژشدن $= 2.2\left(R_B \,\|\, (\beta+1)R_E\right).C = 3MS$

لذا داریم : $t_f > t_r$

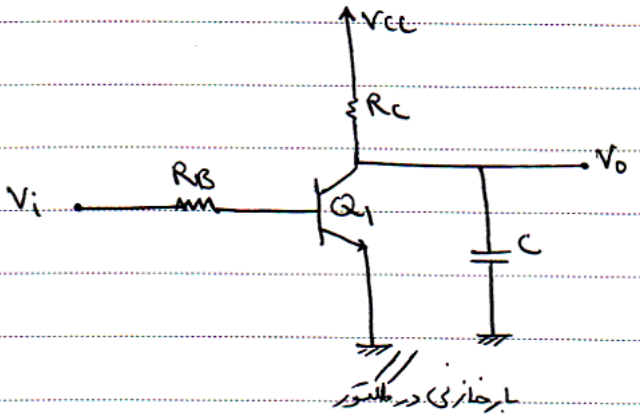
تقسیم $\beta+1$ (یعنی زمانی که ترانزیستور فعال است)



$5\tau < t_p$ ← زمان رسیدن به مقدار پایدار

نکته : برای اینکه در بارخازنی خروجی تقریباً ایده‌آل بروز و t_f و t_r آن کم بروز می‌توان از یک مدار بافر استفاده کرد.

هدف در بارخازنی داشتن شکل موج خروجی با زمان‌های صعود و نزول کم است.

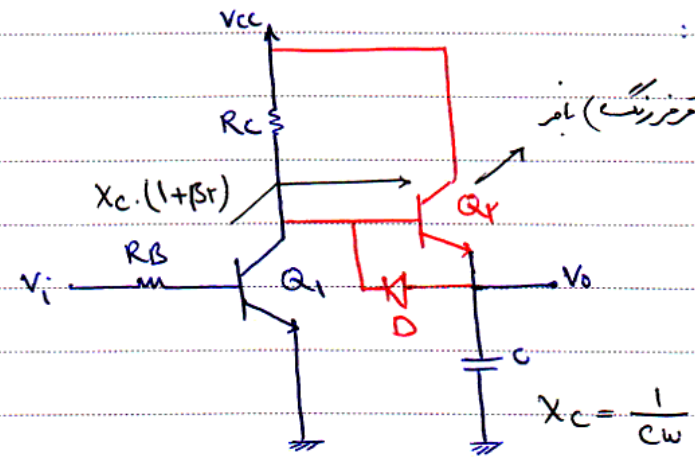


$t_r = 2.2\tau = 2.2\,R_C.C$ عددی بزرگ است.

t_f : عددی کوچک ایده‌آل

www.Prozheha.ir

برای اینکه t_f (تعریف می‌کنند) t_r طعنی باید از مدار رو برو استفاده می‌کنیم:



توضیحات اضافی:

$X_C = \frac{1}{C\omega}$

$(1+\beta_2)X_C = \frac{(1+\beta_2)}{C\omega} = \frac{1}{\frac{C\omega}{1+\beta_2}}$ ← خازن معادل

در $V_i = 0 \rightarrow Q_1$: off , D: off

Q_2: on

$X_C(1+\beta_2) = \frac{1}{\frac{C\omega}{1+\beta_2}} \rightarrow$ خازن معادل: $\frac{C}{1+\beta_2}$

$\tau = R_C \cdot C_{معادل} = R_C \cdot \frac{C}{1+\beta_2}$

$t_r = 2.2\tau = 2.2\, R_C \times \frac{C}{1+\beta_2}$ کم می‌شود.

$V_i = 5$ ولت $\rightarrow Q_1$: on , D: on , Q_2: off

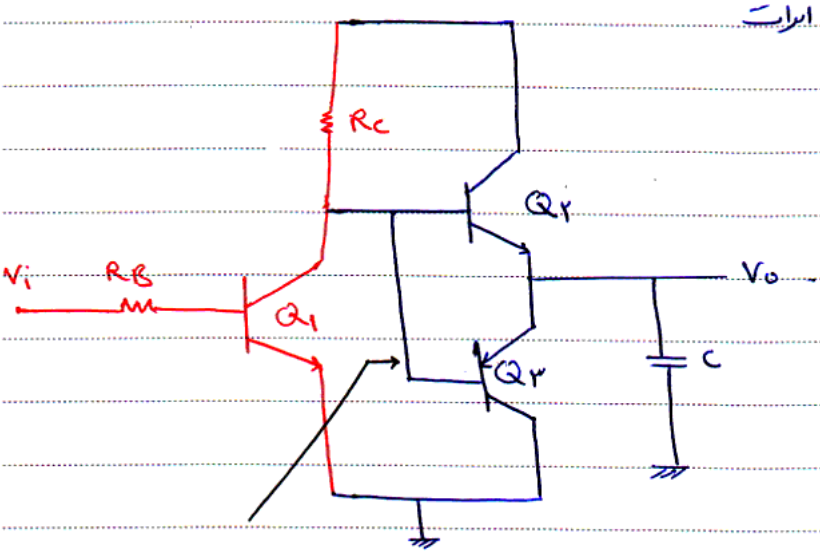
معادله t_f همان قبلی است.

می‌توان در همین مدار به جای دیود یک ترانزیستور دیگر قرار داد و t_f را هم کم نمود.

www.Prozheha.ir

این مدار پوش پول است برای جبران افت

بار خازنی زیاد می‌شود.



V_i = ۵ ولت ⟶ Q_1: on , Q_3: on , Q_2: off

خازن C کم می‌شود ⟶ $\frac{C}{1+\beta_2}$

$\tau = R_C \cdot \frac{C}{1+\beta_3} \downarrow \longrightarrow t_f \downarrow$

www.Prozheha.ir

فصل چهارم : مدارهای مولتی ویبراتور یا چند حالته

از این مدارات در ساخت مدارهای دیجیتال استفاده می‌شود.

* موارد استفاده : ساخت فلیپ فلاپ‌ها

* مدارهای مولد موج مربعی

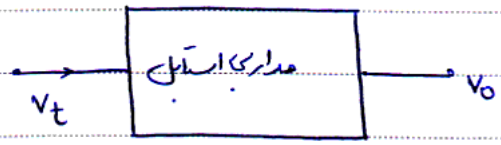
* اینجا تاکید در مدارهایی که برای اعمال وقفه استفاده می‌شود.

* مدارهای تقسیم فرکانس

خروجی همه این مدارات مربعی یا پالسی است.

۱) مدارهای استابل : دو حالته

اینگونه مدارات دارای ۲ حالت پایداری یا شبه پایدار هستند و خروجی مدار در همان حالت باقی می‌ماند تا زمانیکه یک پالس تریگر (تحریک) به مدار اعمال بشود.



V_t :

V_o t

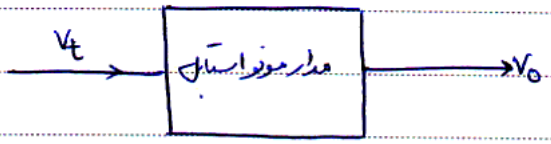
۱ و ۰ : حالتهای پایدار

www.Prozheha.ir

موارد استفاده : ذخیره اطلاعات باینری و مدارهای تقسیم فرکانس

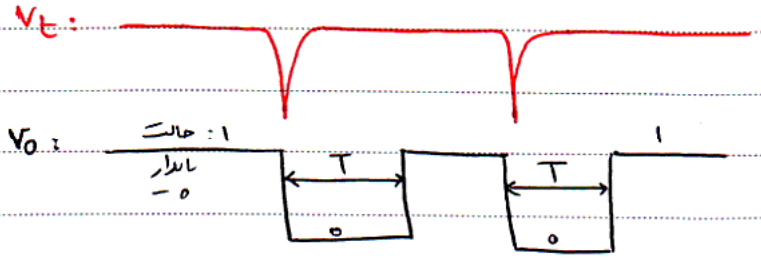
مدار مونو استابل (یک حالته) : در این مدار خروجی دارای یک حالت دائمی است . با اعمال تریگر خروجی برای مدت زمان T ثانیه به حالت ناپایداری رود و بعد از T ثانیه خود به خود به حالت اولیه (پایدار) برمی گردد.

T در اختیار طراح است (طراحی می شود)



۱ : حالت پایدار

۰ : حالت ناپایدار

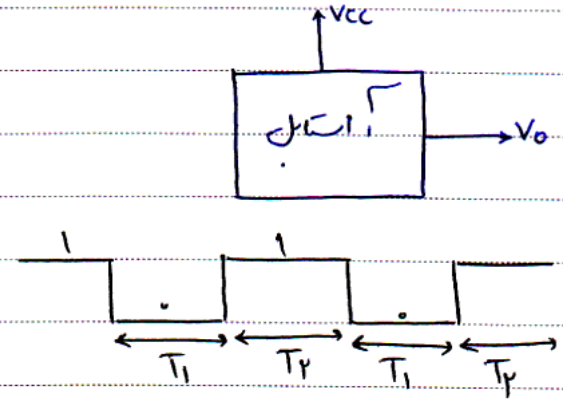


موارد استفاده مونو استابل :

ایجاد تأخیر در مدارات میکروی

۱) مدار آ استابل : می نامند

این نوع مدارات بدون حالت دائمی می باشند و خروجی به صورت نوسانی بازدن طبل منبع تغذیه خواهد بود. در این نوع مدارات تریگر ندارم.



کاربرد : مدار مولد پالس ساعت (cp)

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

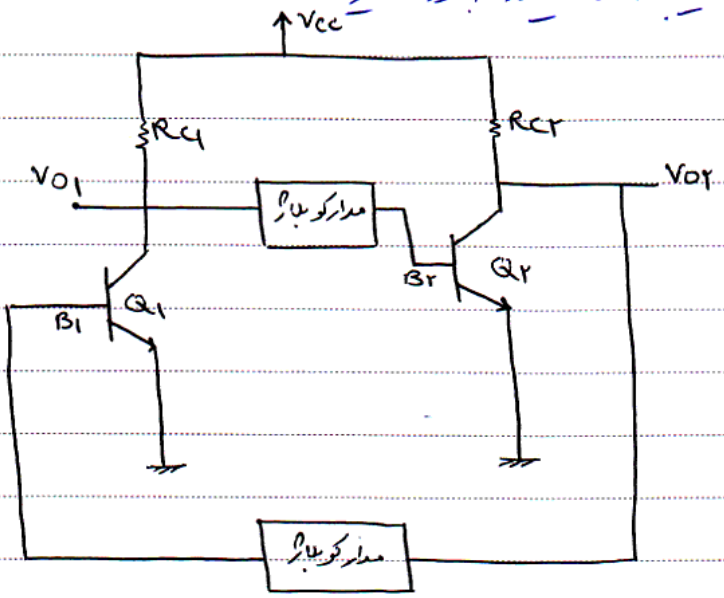
f. : فرکانس نوسان دائمی

T_1 و T_2 : در اختیار طراح

www.Prozheha.ir

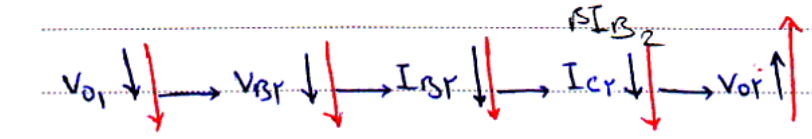
در تمامی این مدارات فیدبک مثبت برقرار می باشد و ترانزیستورهای مدار یا در حالت قطع قرار می گیرند یا در حالت اشباع.

توپولوژی کلی مدارات مولتی ویبراتور ترانزیستوری به صورت زیر است:

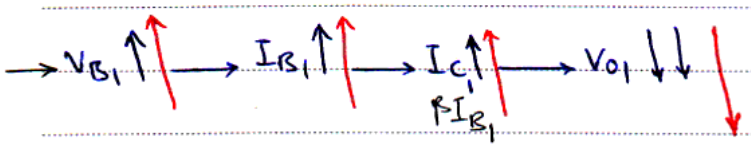


بررسی فیدبک مثبت بودن:

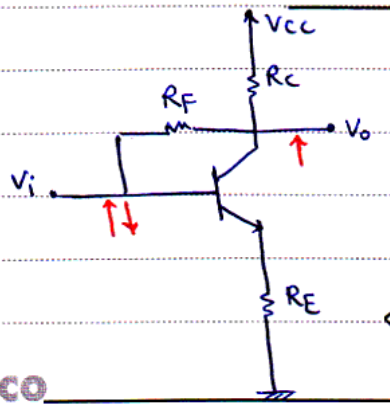
اگر اندکی V_{O1} را کم کنیم:



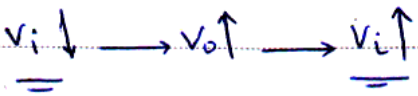
باعث افزایش ناپایداری مدار خواهد شد.



طوری ضعیف V_{O1} را تقویت می کند.



فیدبک سری



اثر تغییر V_i طوری می باید.

P4PCO

www.Prozheha.ir

اگر مدار کولکتور مشترک باشد از نوع بایاس ثابت است.

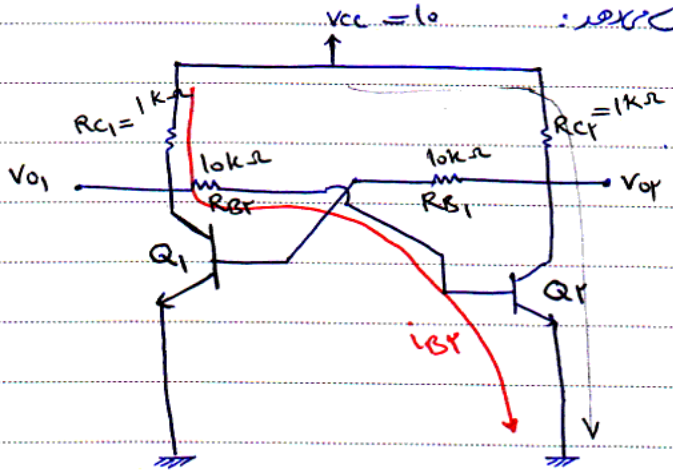
R_C

اگر مدار کولکتور یک مقاومت و یک مقاومت خازن باشد، مدار حتما بایاس ثابت است.

اگر هر دو مدار کولکتور R_C باشد مدار بایاس ثابت است.

نکته مهم: در این گونه مدارات باید طوری مدار طراحی شود که Q_1 و Q_2 یا در حالت قطع یا در حالت اشباع باشند.

مدار شکل زیر یک مدار بایاس ثابت ترانزیستوری را نشان می‌دهد:



مثال) نشان دهید که مدار زیر بایاس ثابت است.

مقادیر جریانی را به دست آورید.

$\beta = 50$ ، $V_{CEsat} = 0.2$ ولت

$V_{BE} = 0.7$ ولت

در هنگام روشن شدن طبق منبع V_{CC} به علت اختلاف جزئی در V_{BE} و β ترانزیستورها و تلرانس مقاومت‌ها یکی از Q_1 یا Q_2 زودتر روشن می‌شود.

فرض: Q_1 روشن

در این صورت باید Q_2 خاموش شود!!

اگر Q_1 : sat $\longrightarrow V_{CE_1sat} = 0.2$ ولت $\longrightarrow V_{B2} = 0.2 < V_{BE_2} = 0.7$

Q_2 خاموش است.

به علت تقارن مدار اگر Q_2 روشن باشد آن‌گاه Q_1 حتماً خاموش است.

(برای درک بهتر مدار را بکشید!)

$V_{CE_1} = 0.2$ (زمین)

$V_{C1} = 0.2 \longrightarrow V_{B2} = 1.2$ (خاموش)

$V_{BE_2} = 0.7 \longrightarrow V_{B_2} = 0.7$ (زمین)

www.Prozheha.ir

: Q_1 ① Q_1 روشن ← Q_2 خاموش ← تقارن Q_1 خاموش → Q_2 روشن

② Q_1 خاموش ← Q_2 روشن ← تقارن Q_1 روشن → Q_2 خاموش

حال فرض کنیم Q_1 قطع باشد آنگاه Q_2 اشباع شود؟

$$I_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{BE2}}{R_{C1} + R_{B2}} = \frac{10 - 0.7}{11} = 0.84 \text{ mA}$$

$$I_{C2sat} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C2}} = \frac{10 - 0.2}{1} = 9.8 \text{ mA}$$

I_{C_2}

چون $\beta I_{B2} > I_{C2sat}$

$42 = 50 \times 0.84 > 9.8 \text{ mA} \longrightarrow Q_2$ ✓ اشباع می‌شود.

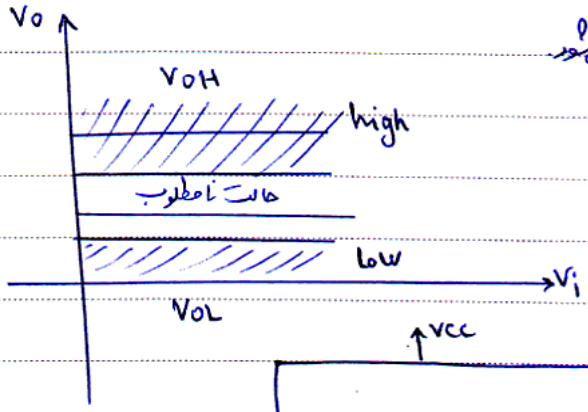
$V_{O1} = V_{CC} = 10$ Q_1 قطع

$V_{O2} = V_{CEsat} = 0.2$ Q_2 اشباع

۲. علت تقارن مدار آن Q_2 قطع شود تضمیناً Q_1 هم اشباع می‌شود.

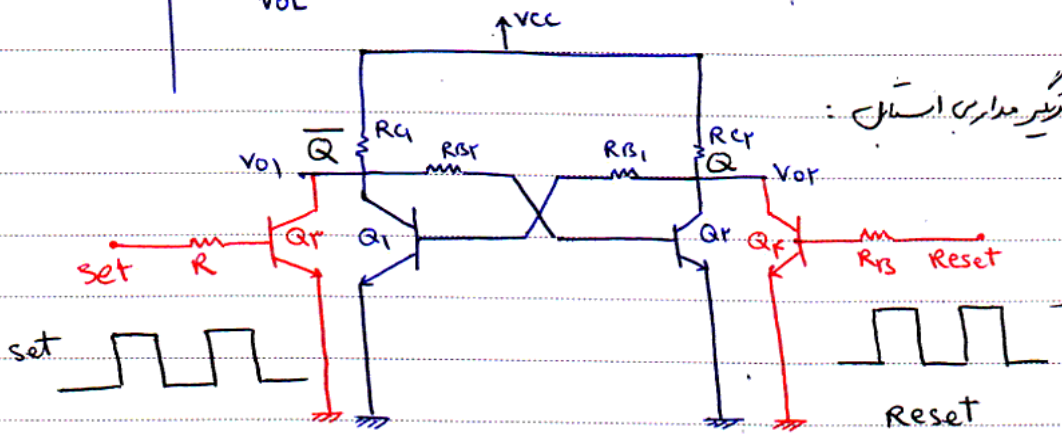
نکته ۲: ناهمی دو عامل قطعی است به علت تقارن مدار هر دو ترانزیستور همزمان روشن شود. برای از بین بردن تقارن ناهمی

دو لتچ از یک زوج در امیتر یک ترانزیستور استفاده می‌شود.

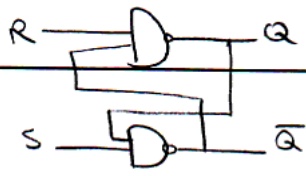


انواع مدارات تریگر مداری استابل:

(۱



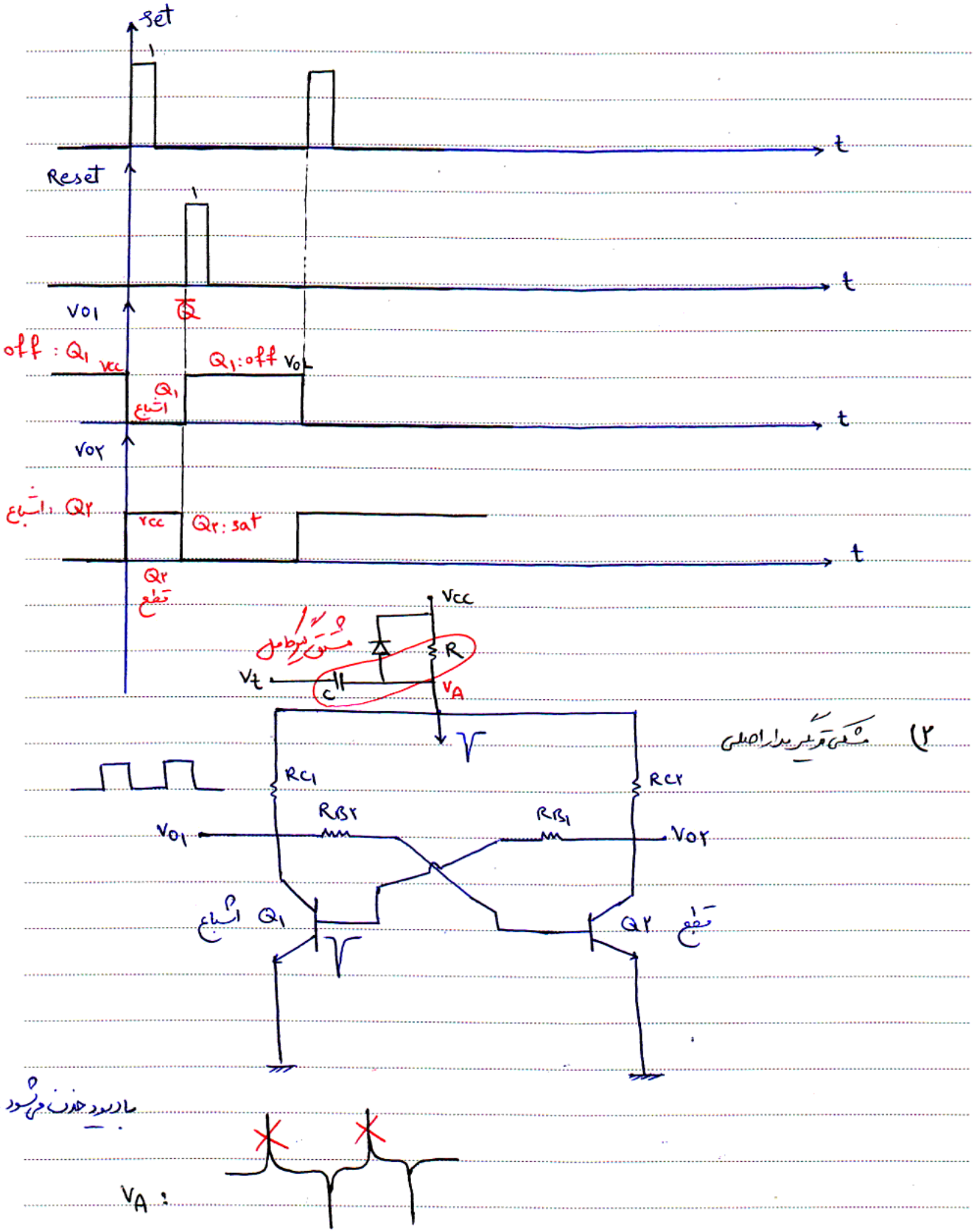
قرمز روشنی برای تریگر کردن مدار اصلی



www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )



۲) مشتق گیر (مدار اصلی)

ما دوست نداریم حذف می‌شود.

www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

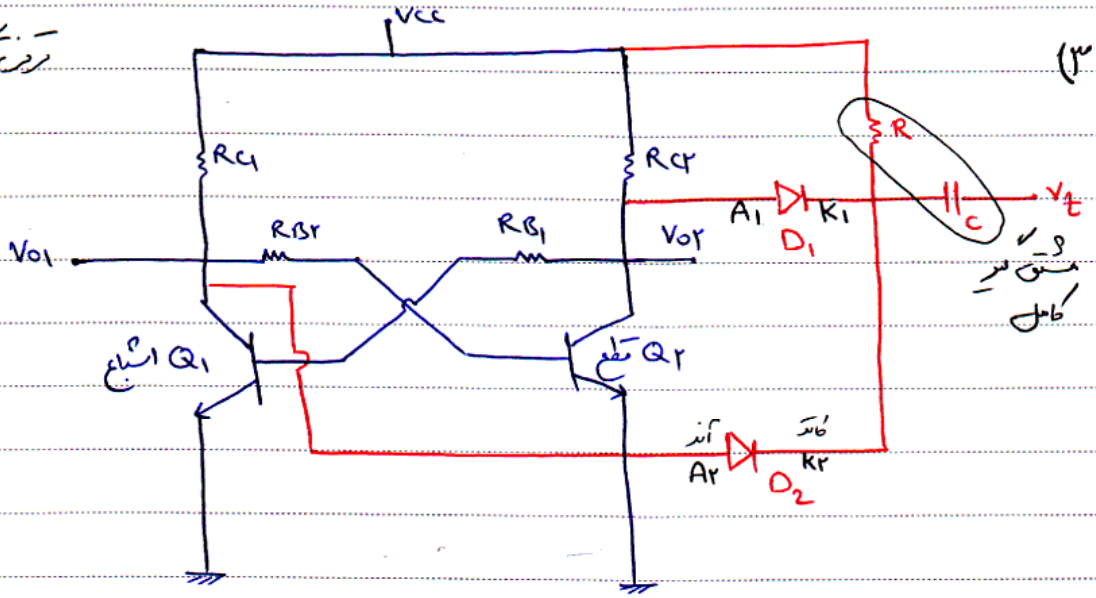
لبه های بالا رونده حذف می شوند چون کاری انجام نمی دهند.

اما لبه های پائین رونده به بیس ترانزیستور وصل یا اعمال شده آن را قطع می کنند.

اگر Q_1 اشباع باشد پائین منفرج به بیس آن وصل شده و آن را خاموش می کند و تغییر حالت می دهد.

(۳

مولتی ویبراتور مستقر



در حالت دائمی بدون تریگر خازن C مدار باز می شود

فرض Q_1 اشباع
Q_2 قطع باشد.

$$\begin{cases} V_A = V_{cc} \\ V_{o2} = V_{cc} \\ V_{o1} = 0 \end{cases}$$

برای دیود D_1 :

$$\begin{cases} V_{A1} = V_{cc} \\ V_{K1} = V_{cc} \end{cases} \rightarrow D_1 : \text{خاموش مدار آستانه وصل}$$

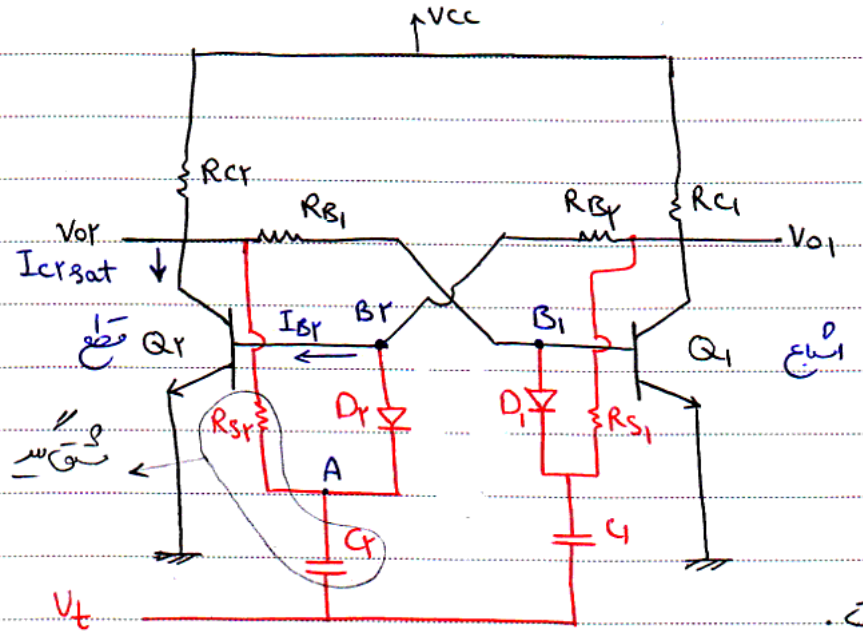
برای دیود D_2

$$\begin{cases} V_{A2} = 0 \\ V_{K2} = V_{cc} \end{cases}$$

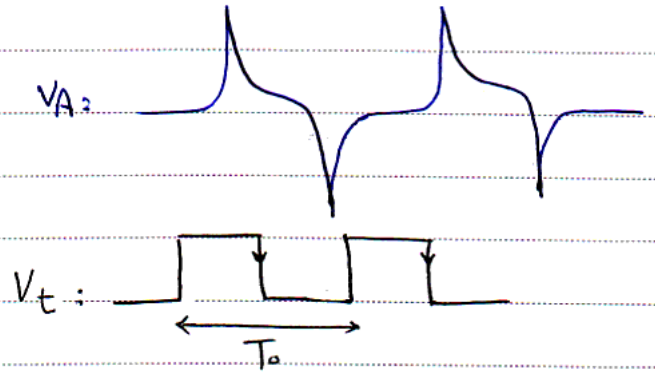
D_2 : off

www.Prozheha.ir

۴) مدار تریگر شمیت



مدار تریگر شمیت است.



مدار تریگر با لبه های منفی عمل می کند.

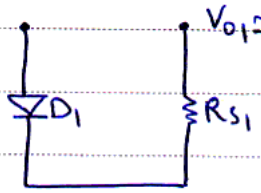
www.Prozheha.ir

عملکرد مدار پیشنهادی:

در حالت دائمی بدون اعمال پالس تریگر ($V_t=0$) با روشن Q1 اشباع و Q2 قطع.

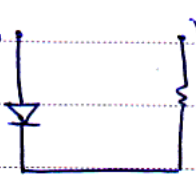
خازن های C1 و C2 مدار باز هستند.

- برای دیود D1: $V_{O1} \simeq V_{CEsat} \simeq 0$ ولت $V_{B1} = 0.7$



لذا دیود D1 در بایاس مستقیم است ولی هنوز روشن نشده (آستانه روشن) چون 0.7 است و از 0.7 کمتر شده

- برای دیود D2: $V_{O2} \cong V_{CC}$ $V_{B2} \simeq 0$ ولت است برای این است که Q2 قطع باشد.



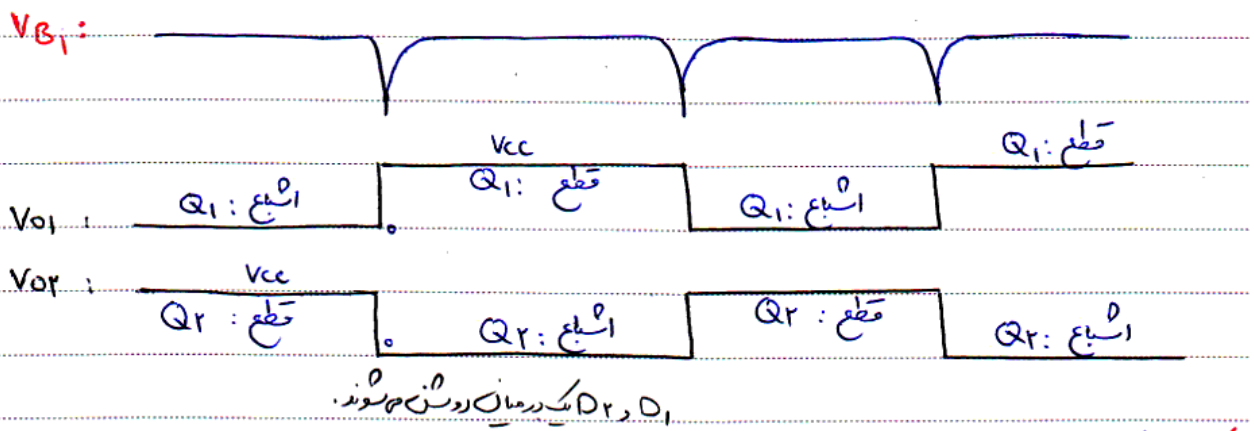
خاموش D_2: off ⟵ $V_{A2} - V_{K2} < 0.7$ بنابراین

بنابراین هر دو دیود D1 و D2 خاموش هستند. اما اگر پالس تریگر با دامنه ی بزرگ تر از 0.7 ولت به مدار اعمال شود، در لبه ی منفی دیود D1 که آستانه ی روشن شدن کوچک بوده روشن می گردد و D2 قطع می ماند. بنابراین لبه ی منفی پالس تریگر به بیس ترانزیستور Q1 (اشباع) اعمال شده و Q1 را خاموش می کند و Q2 اشباع می رود، حالت مدار عوض می شود.

این مدار تریگر با توجه به اینکه پالس منفی مستقیماً روی بیس ترانزیستور روشن اعمال می گردد، پر دردسر و حساس به نویز است.

www.Prozheha.ir

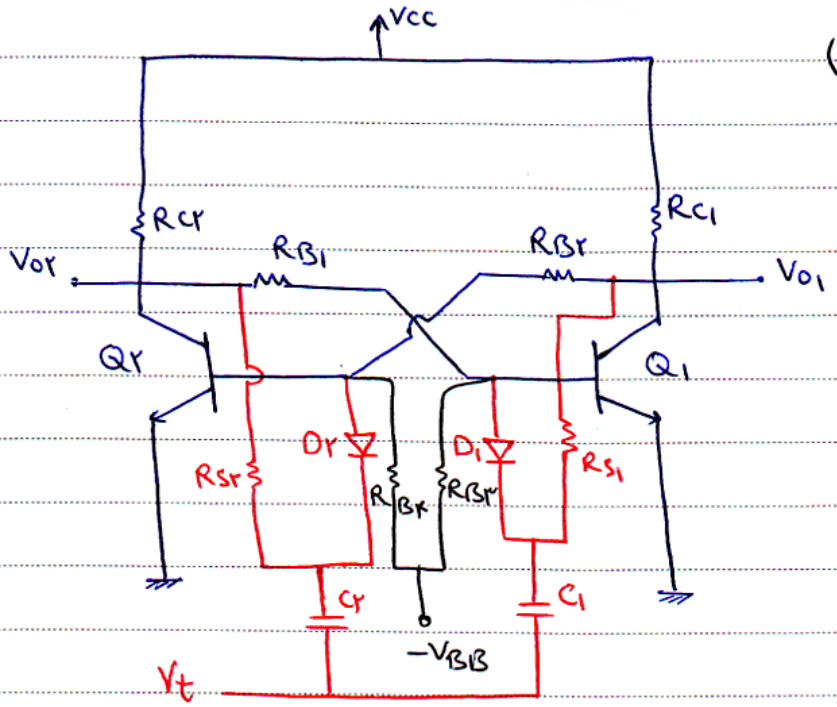
تأثیر ندارد. لذا بسیار پرکاربرد است.



D_1 و D_2 یک درمیان روشن می‌شوند.

* نکته: ظاهر اوقات ولتاژ V_{CEsat} برابر ۰/۲ است و برابر ۰/۵ ولت یا حتی ۱ ولت است لذا این ولتاژ باعث می‌شود که ترانزیستور دیر قطع شود و بعضاً بسوزد. برای حذف این اثر نامطلوب از یک ولتاژ منفی روی بیس استفاده خواهیم کرد.

(بقیه مشکی روی شکل)



www.Prozheha.ir

Subject: ۹۷

Year. Month. Date. ( )

مثال)

الف) بررسی کنید که مدار روبرو به حالت اشباع است؟ (دارای صفحه مدل)

ب) ولتاژ گره خروجی را به دست آورید؟

ج) حداکثر فرکانس ترانزیستور را محاسبه کنید؟

$R_{S1} = R_{S2} = 1K\Omega$

$R_{B1} = R_{B2} = 22K\Omega$

$R_{B3} = R_{B4} = 100k\Omega$

$V_{CC} = V_{BB} = 10$ ولت

$C_1 = C_2 = 100\,pf$

$R_{C1} = R_{C2} = 1K\Omega$

Q_1, Q_2 { $V_{CE\,sat} = 1$ ولت, $V_{BE} = 1V$ ولت, $\beta_1 = \beta_2 = 50$

الف) فرض می‌کنیم Q_1: off باشد ← باید بایاس ثقوی Q_2 اشباع است

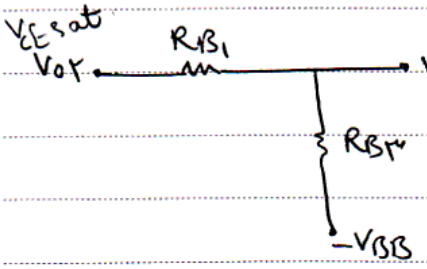
$$I_{B2} = \frac{V_{CC} - V_{BE2}}{R_{C1} + R_{B2}} \ominus \frac{V_{B2} - (-V_{BB})}{R_{B4}} \quad \text{یا} \quad \frac{V_{BE2} + V_{BB}}{R_{B4}}$$

$$= \frac{10 - 1}{1 + 22} - \frac{10/1}{100} = 0/39\,mA$$

$$I_{C2\,sat} = \frac{V_{CC} - V_{CE2\,sat}}{R_{C2}} - \frac{V_{CE\,sat} + V_{BB}}{R_{B2} + R_{B1}} = 1/9\,mA \longrightarrow \beta I_{B2} = 50 \times 0/39 = 19/5\,mA > I_{C2\,sat} = 1/9\,mA$$

Q_2 اشباع است. لذا با توجه به این که Q_2 قطع باشد ← Q_1 اشباع است.

فرض می‌کنیم Q_2 اشباع است ← باید ثابت کنیم Q_1 قطع است.



ولتاژ V_{B1} با استفاده از قضیه جمع آثار:

$$V_{B1} = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}} \times V_{CE\,sat} + \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}} \times (-V_{BB})$$

$$= \frac{100}{122} \times 1 + \frac{22}{122} \times (-10) \cong -1 \text{ ولت} < 0 \longrightarrow$$

Q_1 قطع است

PaPCO

www.Prozheha.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

با توجه به مقادیر بودن مدار اگر Q_1 اشباع باشد، Q_2 قطع است برای استابل $\longrightarrow Q_1: off$ است.

ب) خروجی ها:

اگر $Q_1: off$, $Q_2: on$

$$V_{o1} = V_{cc} - R_{c1}\cdot\left(\frac{V_{cc}-V_{BT}}{R_{c1}+R_{BT}}\right)$$

$$= 10 - 1k\left(\frac{10-0.7}{1+22}\right) = 9.89 \text{ ولت}$$

$$V_{o2} = V_{CEsat} = 1 \text{ ولت}$$

اگر $Q_1: on$, $Q_2: off$

$$\begin{cases} V_{o2} = 9.89 \\ V_{o1} = V_{CEsat} = 1 \end{cases}$$

ج) برای حداکثر فرکانس تریگر شمیت:

برای مشتق گیر بودن: $\frac{t_r}{2.2} < R_{s1}C_1 < \frac{T_0}{10} = \frac{t_p}{5}$ (با فرض ثابت بودن t_r و عدم اشباع ترانزیستور، با افزایش T_0، t_r نیز افزایش می‌یابد.)

$1K\Omega \cdot 100pf < \frac{T_0}{10} \longrightarrow 100nsec < \frac{T_0}{10}$, $T_0 > 1 \mu sec$

$f_0 = \frac{1}{T_0} < 1 MHz$ حداکثر فرکانس تریگر شمیت $\longrightarrow$ یعنی اگر فرکانس از این بیشتر شود شمیت تریگر نیست.

طراحی مدار برای استابل:

مثال) فرض می‌کنیم در مدار تریگر اشمیت ۴:

Q_2, Q_1 $\begin{cases} \beta_1 = \beta_2 = 100 \\ V_{BE} = 0.7 \text{ ولت} \\ V_{CEsat} = 0.2 \text{ ولت} \end{cases}$

V_{BE} قطع $= -2.5$ ولت

P4PCO

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حداقل مقاومت بار ۱۰KΩ ورودی حدودی مداری اثر باشد.

خروجی بین صفر تا ۱۰ ولت نوسان کند. (حداکثر فرکانس سیگنال ۱۰۰KHZ باشد.)

مدار بایاس را طراحی کنید؟

چون حداقل مقاومت بار ۱۰KΩ باید در خروجی بی اثر باشد:

$$R_{out} = R_L \,||\, R_c \cong R_c$$

R_L مداری اثر بودن $R_c \le \frac{1}{10} R_L = \frac{1}{10} \times 10K\Omega = 1K\Omega$

$$R_{c1} = R_{c2} = 1K\Omega$$

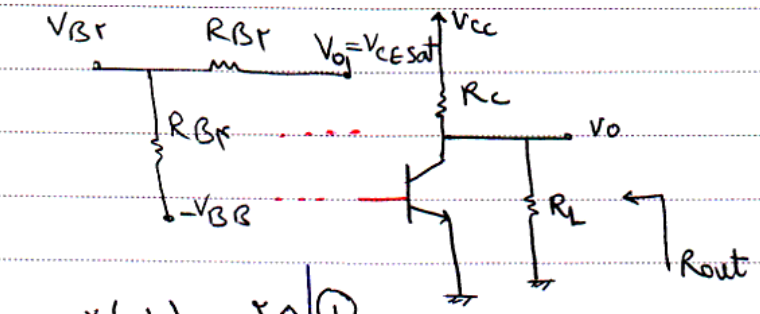
فرض می‌کنیم Q_1 اشباع باشد:

$$V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2}+R_{B1}} \times V_{CEsat} + \frac{R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}} \times (-V_{BB}) = -2.5 \text{ ولت}$$

V_{B2} ولتاژ وسط مقسم

$V_{CC} = V_{BB} = 10$ ولت

خروجی بین ۰ و ۱۰ ولت



V_{B2} تابعی از V_{B1} و V_{B1} تابعی از V_{B2} است و معلوم نیست کدام یک مقدار مشخص دارد.

$$\frac{R_{B2}}{R_{B2}+R_{B1}} \times 0.2 + \frac{R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}} \times (-10) = -2.5 \quad (1)$$

$$I_{B2} = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{R_{c1}+R_{B2}} - \frac{V_{BE2}+V_{BB}}{R_{B2}}$$

← رفع Q_1 قطع

$$= \frac{10-0.7}{1+R_{B2}} - \frac{10.7}{R_{B2}}$$

$$I_{C2sat} = \frac{V_{CC}-V_{CEsat}}{R_{c2}} - \frac{V_{CEsat}+V_{BB}}{R_{B2}+R_{B1}} = \frac{9.8}{1} - \frac{10.2}{R_{B2}+R_{B1}}$$

P4PCO

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$R_{B2} = R_{B4}$ $\quad C_1 = C_2$ توجه شود که مدار کاملاً متقارن طراحی شده است.

$R_{B1} = R_{B3}$

$R_{C1} = R_{C2}$

$R_{S1} = R_{S2}$

برای $\beta I_{B2} > I_{C,sat}$ $\quad R_{B4} = R_{B2}$ ، $R_{B2} = R_{B1}$ توجه:

$$100 \times \left(\frac{9/4}{1 + R_{B1}} - \frac{10/7}{R_{B2}} \right) > 9/8 - \frac{10/2}{R_{B2} + R_{B1}} \qquad (2)$$

$$/2\, R_{B2} - 10 R_{B1} = -2/5 (R_{B1} + R_{B2})$$

$$/2\, R_{B2} + 2/5 R_{B2} = 10 R_{B1} - 2/5 R_{B1} \longrightarrow 2/7 R_{B2} = 7/5 R_{B1}$$

$$R_{B2} = \frac{7/5}{2/7} R_{B1} = 2/77 R_{B1}$$

$$100 \times \left(\frac{9/4}{1 + R_{B1}} - \frac{10/7}{2/77 R_{B1}} \right) > 9/8 - \frac{10/2}{3/77 R_{B1}}$$

$R_{B1} = 10\,K\Omega$ انتخاب می‌شود. عددی که انتخاب می‌شود در رابطه‌ی بالا صدق کند.

$R_{B2} = R_{B1} = 10\,K\Omega$ $\quad R_{B3} = R_{B4} = 2/77 R_{B1} = 27\,K\Omega$

برای پریود $R_S \cdot C < \frac{T_0}{10} = 1\,M sec$

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{100\,KHZ} = 10\,M sec$$

Subject: V1

Year. Month. Date. ( )

انتخاب می‌شود: $C = 1nf$

C را طوری انتخاب می‌کنیم که R_S درحد کیلواهم شود

$C = 1nf$ نیز

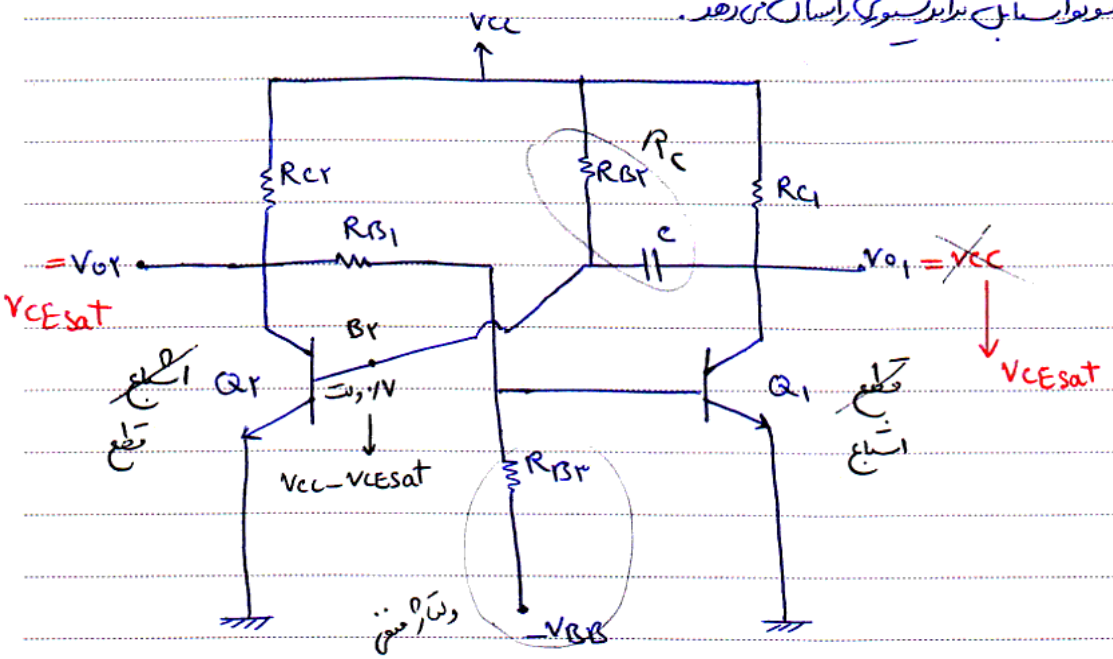
$$R_S < \frac{1\mu sec}{0.1nf} = 10000\Omega$$

$R_S < 10K\Omega$

- محدودیتی برای حداقل ولتاژ وجود ندارد.

مدار مونواستابل:

شکل زیر مدار مونواستابل ترانزیستوری را نشان می‌دهد.



در این مدار در حالت دائمی خازن C مدار باز می‌شود. بنابراین همواره بین Q_2 و V_{CC} وصل شده و Q_2 روشن می‌کند، حتماً باید Q_2 وصل اشباع باشد.

Q_2: sat

بنابراین بین Q_1 و Q_1 را حتماً قطع خواهد کرد. Q_1: off (حالت دائمی)

$$\begin{cases} V_{o1} = V_{CC} \\ V_{o2} = V_{CEsat} \end{cases}$$

www.Prozheha.ir

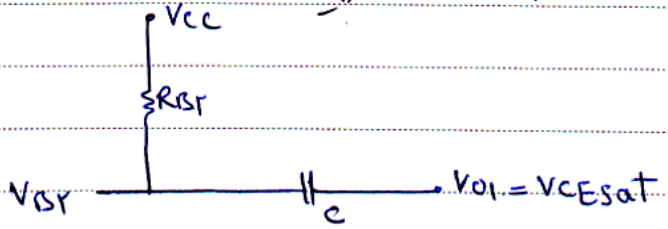
تفاضل بین اندازه‌ی اولیه و مقادیر پایانی = ورشن (ولی دستگاهان ورشن ندارد)

۱-۱۷ اگر مدار به صورت مناسب اعمال شود Q۲ قطع خواهد شد پس V_{O2} ، V_{CC} می‌شود.

و Q_1 اشباع می‌گردد پس V_{O1} ، V_{CEsat} ورشن می‌کند. یعنی V_{O1} اندازه‌ی $V_{CC}-V_{CEsat}$ ورشن منفی می‌کند. چون دستگاه خازن ورشن ندارد پس طرف دیگر خازن هم اندازه‌ی $V_{CC}-V_{CEsat}$ ورشن می‌کند. بنابراین

V_{B2} از مقدار ۱۷ ولت به مقدار $0.7-(V_{CC}-V_{CEsat})<0$ می‌رسد بنابراین Q۲ قطع می‌شود همیشه در خازن آمد و شد طرف خازن ورشن کند طرف دیگرش هم باید ورشن کند اما در مقاومت چنین نیست.

حالت ناپایدار:



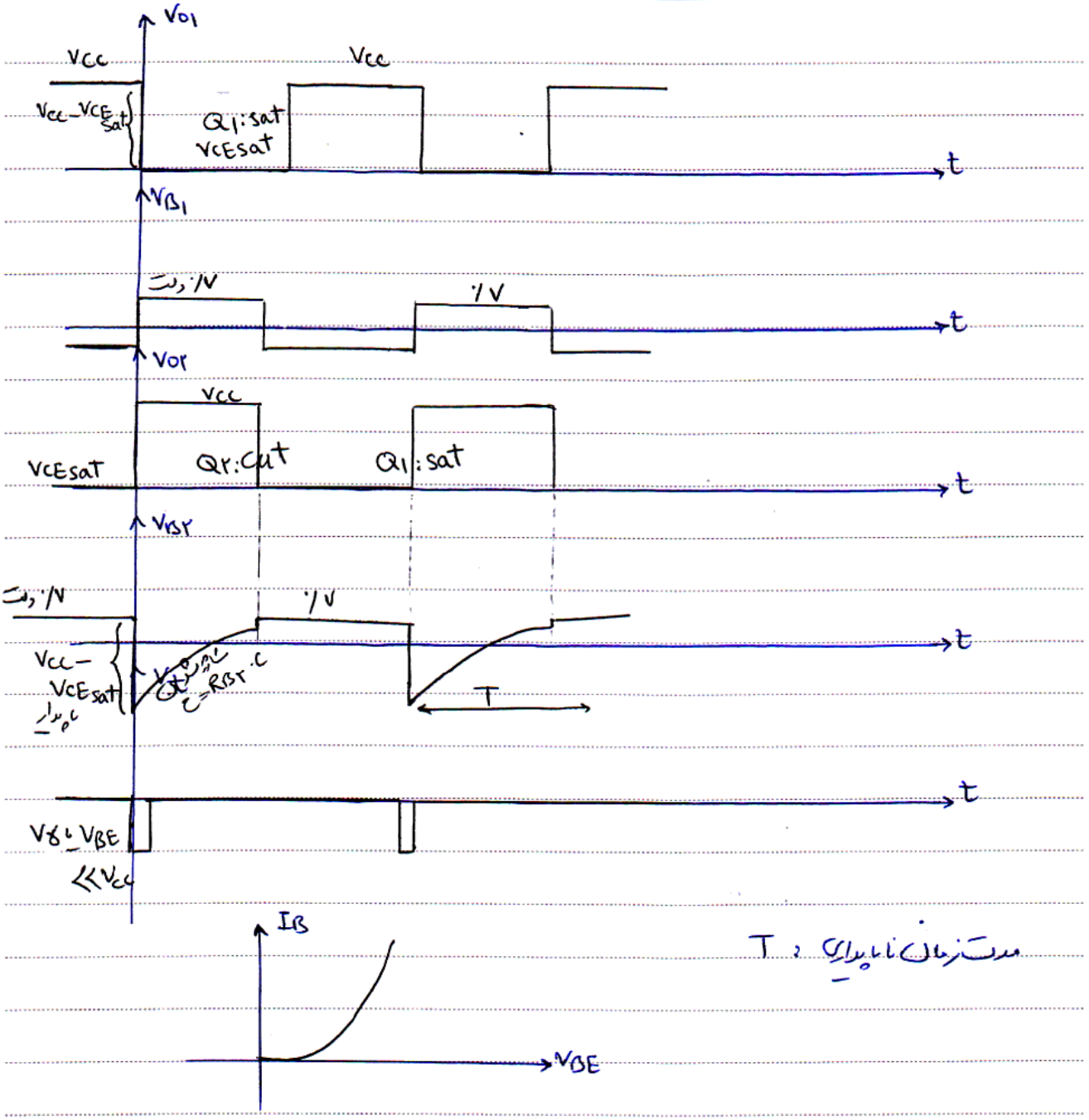
Q_1: اشباع
Q_2: قطع

تدریج خازن شارژ می‌شود تا زمانی که خواهد به V_{CC} برسد اما اگر V_{B2} به V_γ برسد Q۲ از حالت قطع خارج می‌شود.

خروجی خواهد شد:
$V_{O1}=V_{CC}$
$V_{O2}=V_{CEsat}$

$\tau_{ثابت}=R_{B2}.C$
زمانی شارژ شدن

www.Prozheha.ir



$$T \begin{cases} V_{B2}(\infty) = V_{CC} \\ V_{B2}(0) = 0/7 - (V_{CC} - V_{CEsat}) \\ \tau = R_{B2}C \end{cases}$$

$$V_{B2}(T) = V_\gamma$$

www.Prozheha.ir

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$$T = \tau \ln \frac{\text{مقدار نهایی} - \text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار نهایی} - \text{مقدار در زمان } T} = R_{B2} C \ln \frac{0.7 - V_{CC} + V_{CEsat} - V_{CC}}{0.7 - V_{CC}}$$

$$\simeq R_{B2} C \ln \frac{-2V_{CC}}{-V_{CC}}$$

$$\simeq R_{B2} C \ln 2 = 0.693 R_{B2} C$$ (نقطه)

مثال)

$R_{B_1} = R_{B2} = 20\,K\Omega$

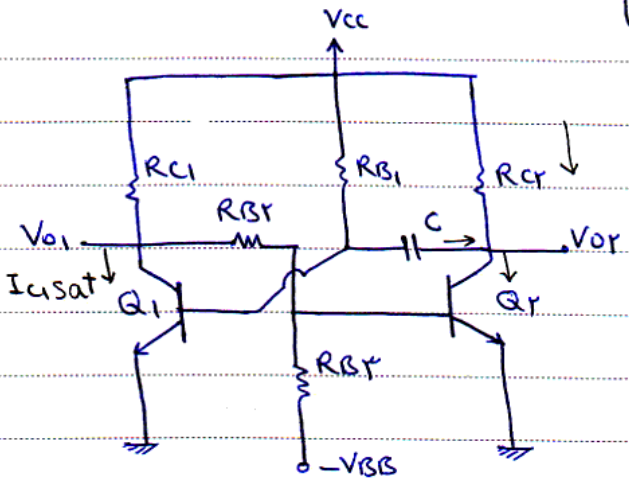
$R_{B3} = 80\,K\Omega$

$C = 500\,pf$

$R_{C1} = R_{C2} = 1\,K\Omega$

$V_{BB} = V_{CC} = 10$ ولت

Q_1 و Q_2: $V_\gamma = 0.5$ ولت، $V_{BE} = 0.7$ ولت، $\beta_1 = \beta_2 = 50$، $V_{CEsat} = 0.2$ ولت



بررسی مولتی‌ویبراتور پایدار:

در حالت دائمی خازن C خارج می‌شود.

$$I_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{B1}}{R_{B1}} = \frac{10 - 0.7}{20} = 0.465\ mA$$

$$I_{C1\,sat} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_{C1}} - \frac{V_{CEsat} + V_{BB}}{R_{B2} + R_{B3}} =$$

9.49mA

Q_1: $\beta I_{B1} > I_{C1\,sat}$

اشباع می‌شود

$23.25\ mA > 9.49\ mA$ ← Q_1 اشباع می‌شود.

www.Prozheha.ir

$$V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2}+R_{B1}} \times V_{CEsat} + \frac{R_{B1}}{R_{B1}+R_{B2}}(-V_{BB}) = -1/\Lambda\Upsilon < 0 \longrightarrow$$

Q_2 قطع می‌شود.

درحالت دائمی $\begin{cases} V_{O1} = V_{CEsat} = 0/2 \text{ ولت} \\ V_{O2} = V_{CC} = 10 \text{ ولت} \end{cases}$

با اعمال پرش مثبت Q_1 قطع می‌شود و Q_2 اشباع می‌شود. اثبات می‌کنیم:

فرض: Q_1: cut قطع

$$I_{B2} = \frac{V_{CC}-V_{BE}}{R_{C1}+R_{B2}} - \frac{V_{BE}+V_{BB}}{R_{B2}} = 0/21\,mA$$

$$I_{C2\,sat\,max} = \frac{V_{CC}-V_{CEsat}}{R_{C2}} + \frac{V_{CC}-V_{B1}}{R_{B1}} \quad \overset{0/21\,mA}{\downarrow} \quad (\beta I_{B2} > I_{C2max})$$

$$\frac{10-0/2}{1K} + \frac{10-(0/1-10+0/2)}{20} = 10/74\,mA \qquad 0/1-(V_{CC}-V_{CEsat})$$

$$\beta I_{B2} = 50 \times 0/21 = 10/5 > I_{C2sat} = 10/74\,mA \longrightarrow Q_2 \text{ اشباع}$$

درحالت دائمی $\begin{cases} V_{O1} = V_{CEsat} = 0/2 \text{ ولت} \\ V_{O2} = V_{CC} = 10 \text{ ولت} \rightarrow (\text{درحالت دائمی}) \rightarrow \text{صدرصد} \end{cases}$ قبل از اعمال تحریک

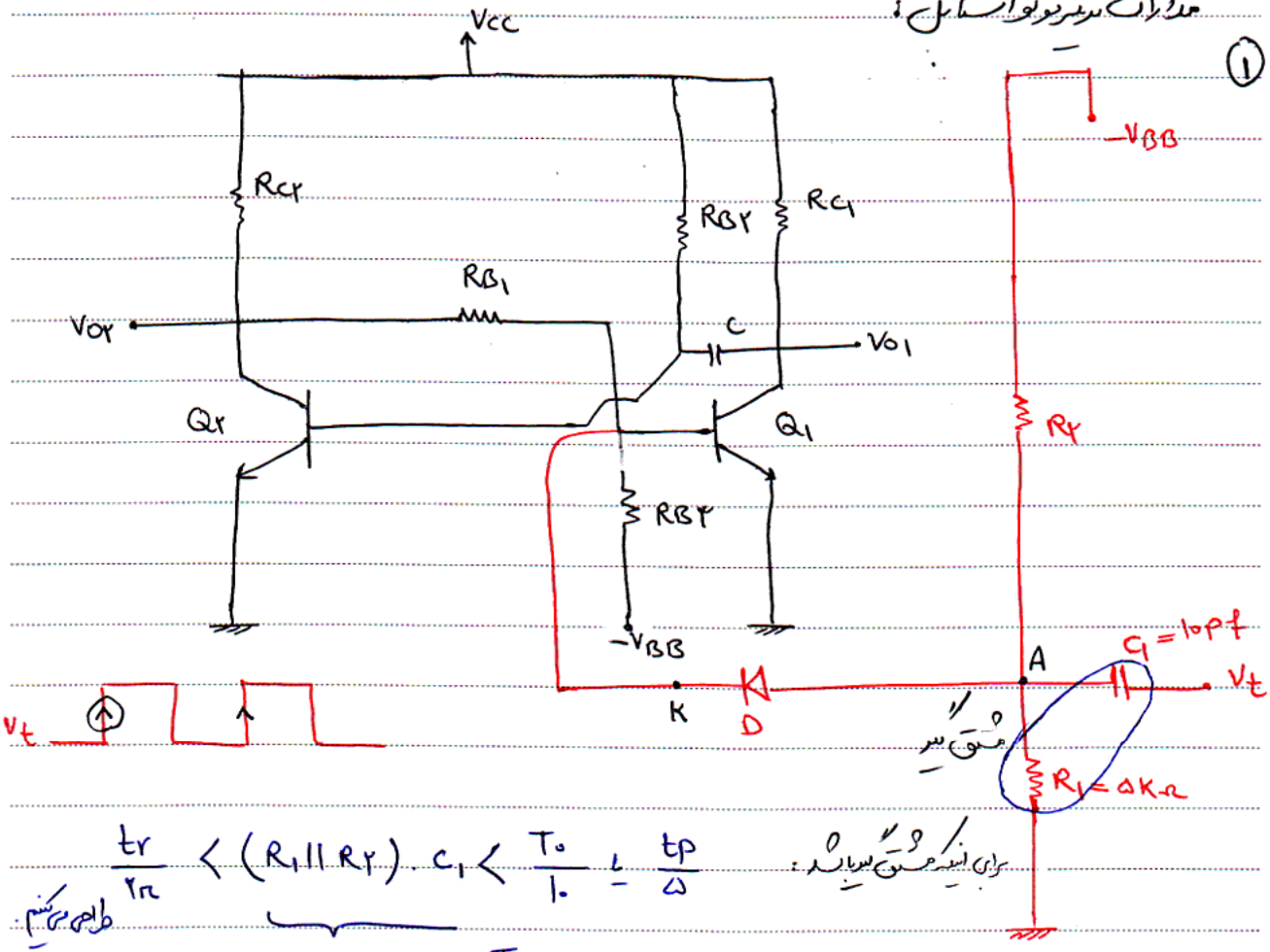
$$T = 0/693\, R_{B1} \cdot C = 4/92\,\mu Sec$$

رابطه نویز — حفظ شود

درحالت ناپایدار $\begin{cases} V_{O1} = V_{CC} - R_{C1}\left(\frac{V_{CC}-V_{BE2}}{R_{C1}+R_{B2}}\right) = 9/5 \text{ ولت} \\ V_{O2} = V_{CEsat} = 0/2 \text{ ولت} \end{cases}$

www.Prozheha.ir

مدارات مولتی ویبراتور استابل:



$$\frac{tr}{2\pi} < (R_1 \| R_2)\cdot C_1 < \frac{T_0}{10} \text{ یا } \frac{tp}{5}$$

برای اینکه موج مربعی باشد:

طراحی می‌کنیم.

$$22ns < \frac{T_0}{10} \rightarrow T_0 > 220ns$$

$$\rightarrow f_0 < \frac{1}{220ns}$$

$$tr < 33ns \cdot 2\pi$$ باید

در حالت دائمی C_1 مدار باز می‌شود.

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

$$\rightarrow tr < 20 ns$$

$$V_K = V_{B1} = -1.86 \text{ ولت}$$ در مثال مقابل:

$\rightarrow$ D: off

اما اگر بخواهیم که مدار با فاصله زمانی زیاد تری کار کند باید ۲/۱۴ ولت به مدار اعمال شود

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

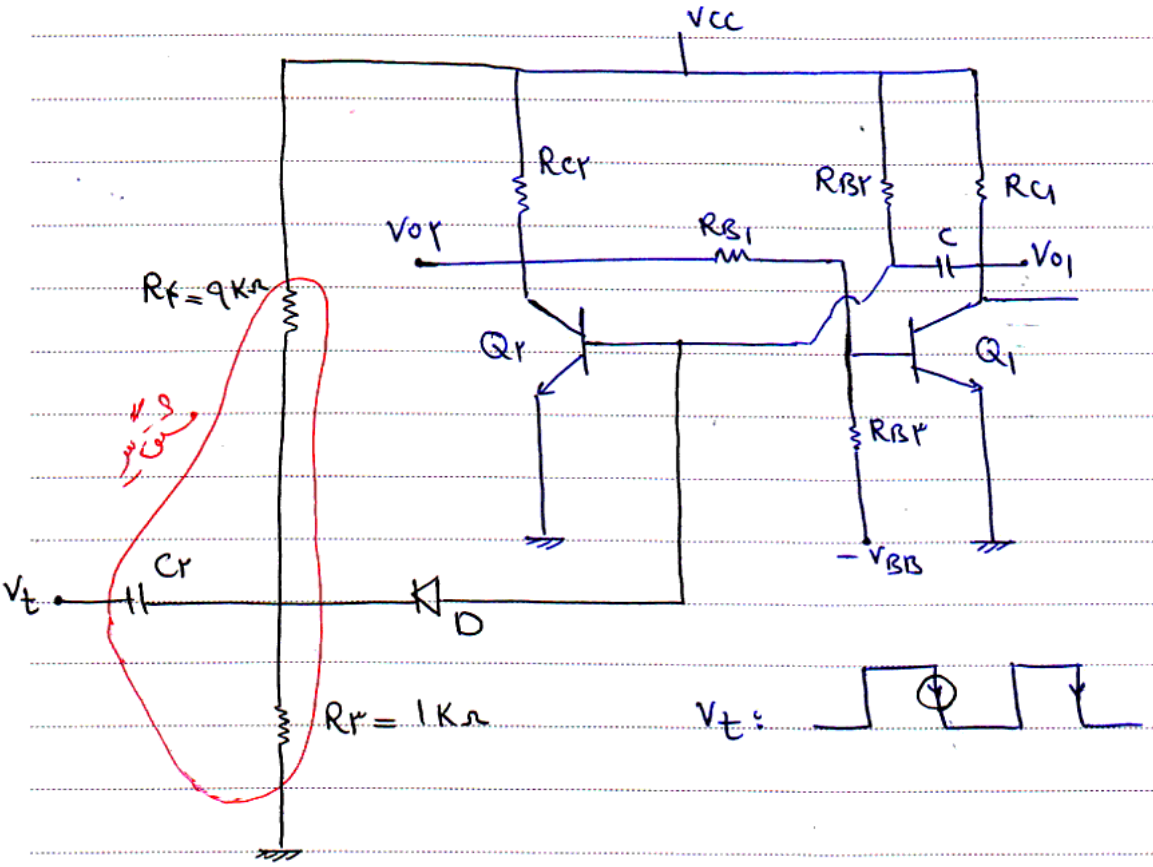
www.Prozheha.ir

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

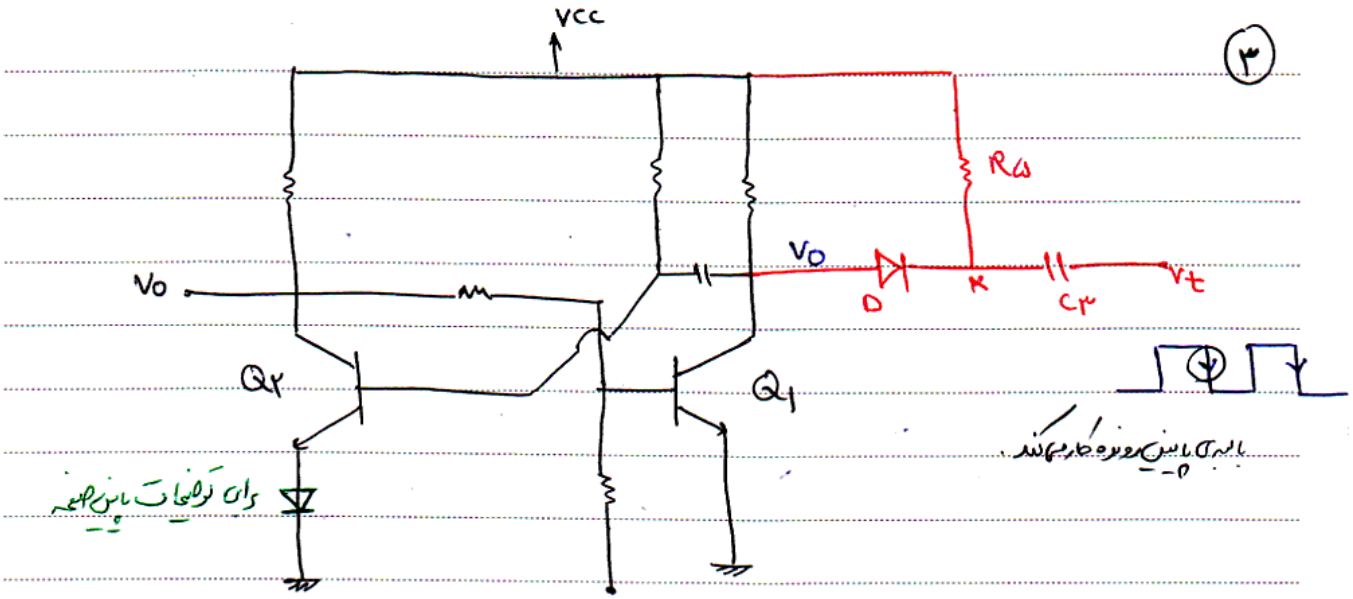
اما در دیود با داشتن ولتاژ بزرگتر از ۱ ولت اعمال شود، دیود که نقش D دارد روشن خواهد شد

$V_D = V_A - V_K = ۰V - ۱ = -۰,۳$ ولت

و تغییر حالت می‌دهد.

Subject:

Year. Month. Date. ( )



(۳)

برای توضیحات پایین صفحه

با لبه‌ی پایین رونده فعال می‌شود.

در حالت دائمی C۳ مدار باز می‌شود.

$V_K = Vcc$

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

و در آستانه روشن شدن

حداقل دامنه برابر ۰/۷ ولت است در دامنه‌ی منفی.

$V_{B۲}(T) = ۲V_\gamma$

$V_{B۲}(۰) = -۰/۷ - Vcc \rightarrow T = R_{B۲} \cdot c \ln \dfrac{-۰/۷ - Vcc - Vcc}{۲V_\gamma - Vcc} \simeq ۰/۶۹۳ R_{B۲} \cdot C$

$V_{B۲}(\infty) = Vcc$

مدار با لبه‌ی پایین رونده‌ی ورودی و روابط بالا و توضیحات پایین

در دیتاگرام‌های Vcc بزرگ در هنگام اعمال پالس دیتاگرام منفی $-Vcc - ۰/۷$ به ورودی سر ترانزیستور Q۲ وارد می‌شود.

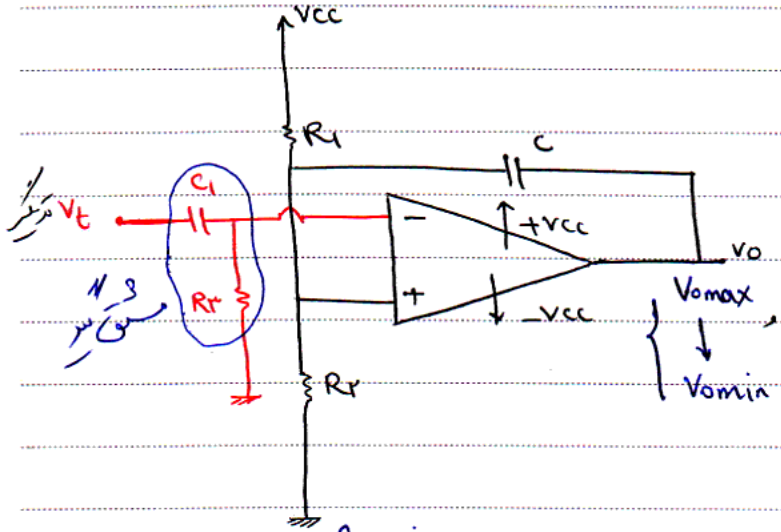
این دیتاگرام منفی بزرگ باعث شکسته شدن پیوند p-n می‌شود. برای حفاظت در برابر دیتاگرام‌های منفی بزرگ از یک

www.Prozheha.ir

دیود به صورت سری با امپدانس استفاده می‌شود که ولتاژ منفی زیر یک بردی دو سوید p-n و اجازه می‌دهد جلوبری از بوجود آید.

ترانزیستور خواهد شد.

مدار مونو استابل با op-Amp:



مدیریک از نوع مثبت است.

در مدیریک از نوع مثبت خروجی همیشه اشباع است، سرعای مثبت و منفی هم تانسل نیستند.

با توجه به اینکه مدیریک op-Amp از نوع مثبت است خروجی یا در اشباع منفی یا در اشباع مثبت است.

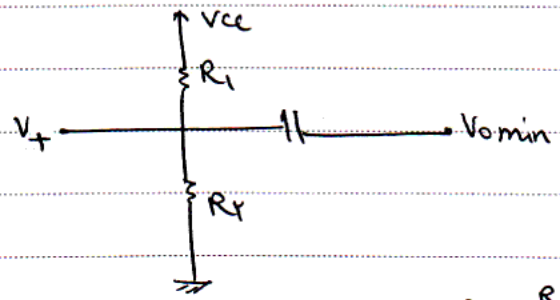
در حالت دائمی خازن C1 مدار باز است.

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

لذا خروجی در اشباع مثبت است

$V_o = V_{omax}$

اگر بجای ۲ مدار با امپدانس زیر تر 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

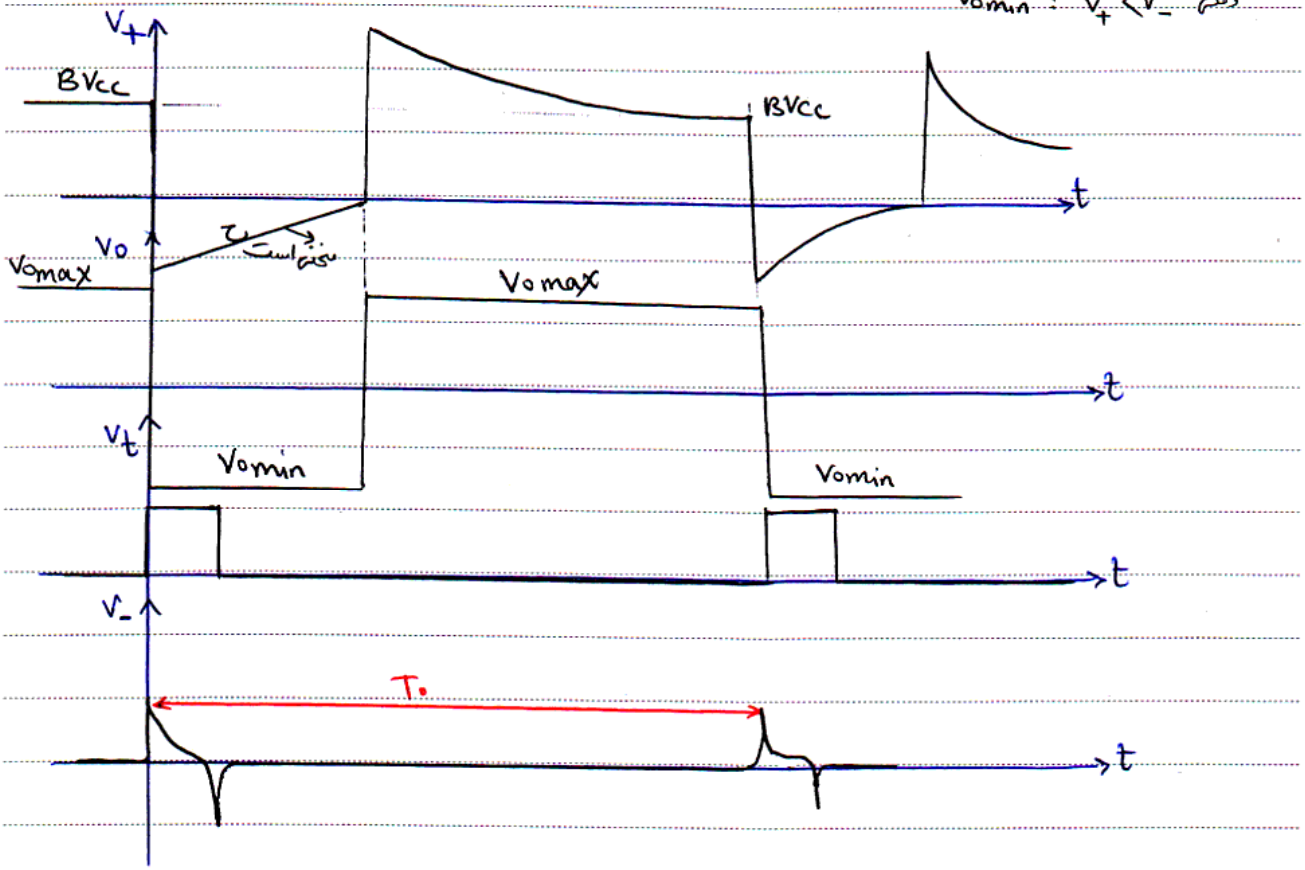
www.Prozheha.ir

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

وقتی $V_+ > V_-$: V_{omax}

وقتی $V_+ < V_-$: V_{omin}

دوراهی یک‌طرفه راست.



R معادل

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

(در مدار صفحه بعد)

برای موج‌ساز آب‌ابی

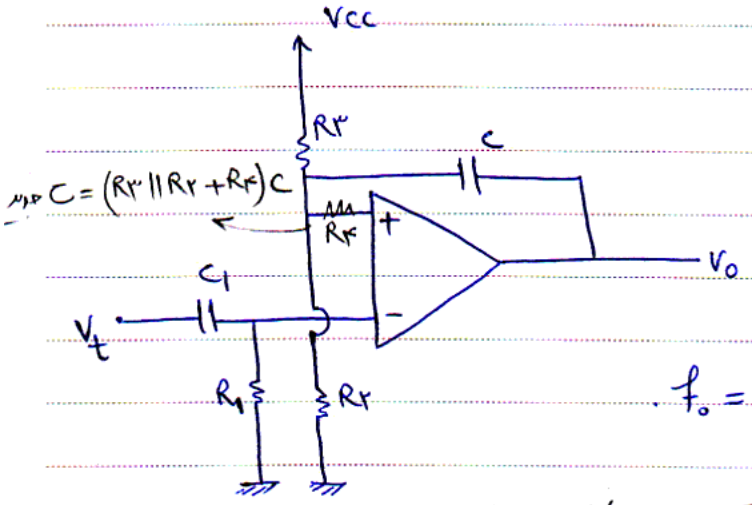
www.Prozheha.ir

طراحی مدار مولتی استابل آپ امپ:

مدار مولتی استابل زیر را به روش ای طراحی کنید.

دامنه ی خروجی بین ۱۰- و ۱۰ ولت باشد.

$T = 100\,\mu s$ و فرکانس تشدید برابر $f_0 = 1\,KHz$



حل) انرژی دامنه ی خروجی $V_{CC} = V_{EE} = 10$ ولت

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

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

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 کرد.

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

این شرط همیشه باید برای مولتی استابل ها برقرار باشد.

www.Prozheha.ir

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 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 باید از BV_{cc} بزرگ‌تر باشد تغییر می‌کند (یک عیب). برای اینکه همواره طراحی T دامنه پریود ثابت باشد می‌توان از مقاومت R_4 به‌عنوان یک پتانسیومتر استفاده کرد. در این حالت : $T = (R_2 \,||\, R_3 + R_4)\, c \ln 2$

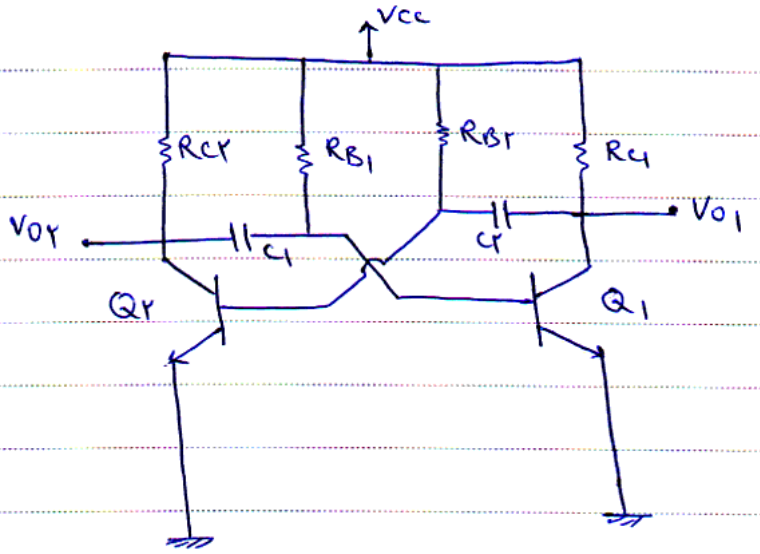
لذا با تغییر R_4 مقدار T تغییر می‌کند اما $B = \frac{R_2}{R_2 + R_3}$ تغییر نمی‌کند لذا دامنه پریود ثابت است.

مدار ۳ استابل ترانزیستوری :

شکل زیر مدار ۳ استابل را نشان می‌دهد :

Subject: ۸۳

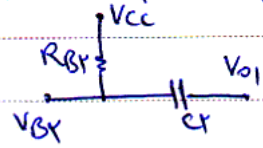
Year. Month. Date. ( )



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 ترانزیستور Q_1 وصل (اشباع) و دیگری قطع خواهد شد. بنابراین اگر Q_1 وصل شود $V_{O1} = V_{CEsat} \approx 0$

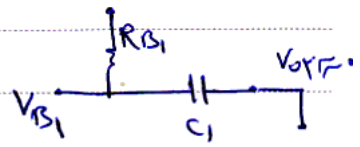
خواهد شد. بنابراین سمت خازن C_2 به اندازه‌ی V_{CC} روشن می‌شود. بنابراین سمت دیگر آن یعنی V_{B2} هم به V_{CC} می‌رسد.



Q_2 را خاموش می‌کند. اما در این حالت دائمی نیست چون $V_{O2} = V_{CC}$

$R_{C2}.C_2$ خروجی‌ها

بنابراین V_{B2} به صورت نمایی با ثابت زمانی $R_{B2}C_2$ به سمت V_{CC} میل می‌کند اما همانطور که V_γ برسد Q_2 روشن می‌گردد $V_{O2} \approx 0$ اشباع و یک لبه خازن C_1 به اندازه‌ی V_{CC} روشن می‌شود و دیگر لبه خازن C_1 روشن نمی‌رود و دیگر V_{B1} هم به همین اندازه روشن کرده $(V_{CC} - 0.7)$ 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 و اما در این حالت دائمی نیست چون

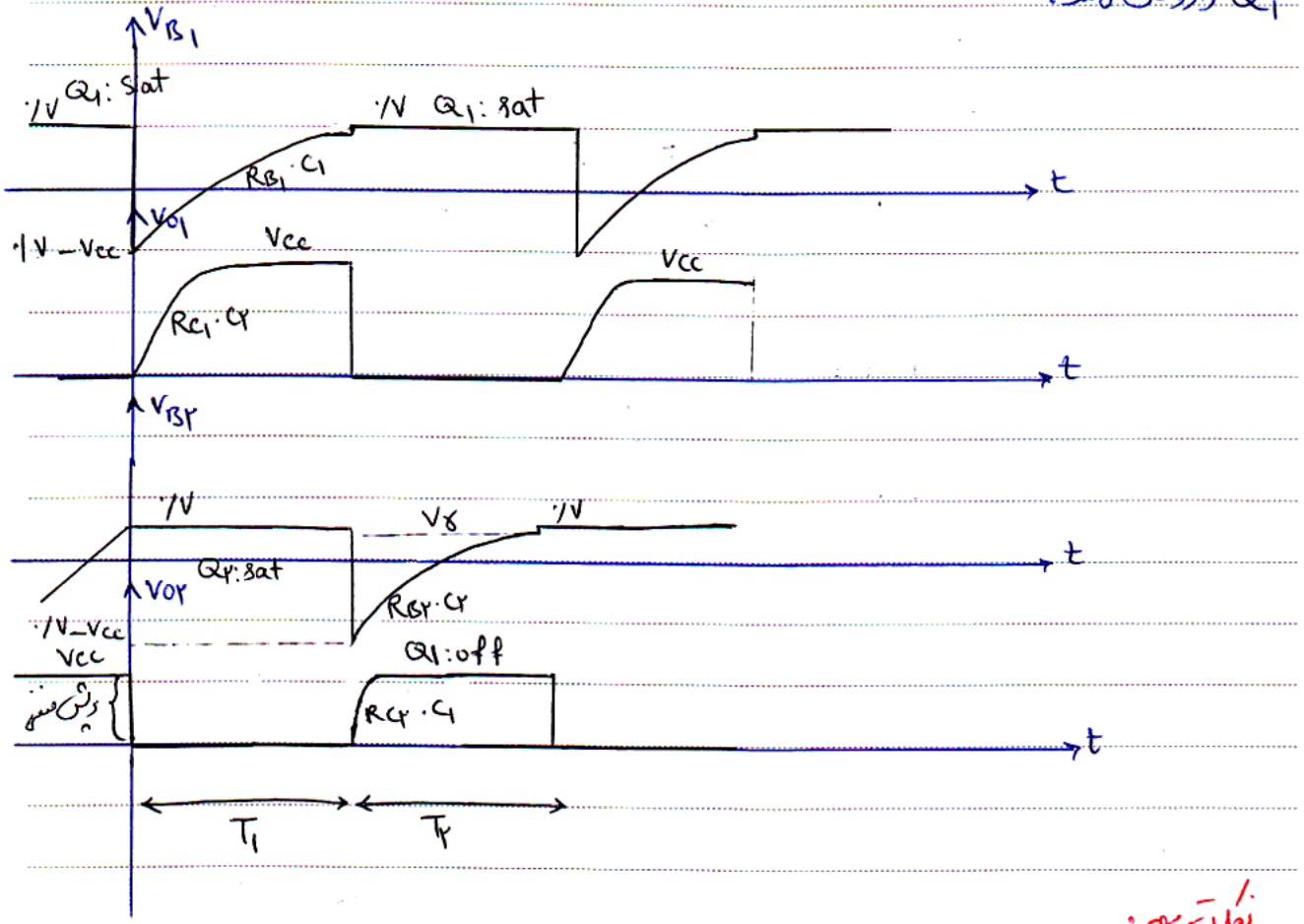


بنابراین V_{B1} به صورت نمایی با ثابت زمانی $R_{B1}.C_1$ به V_{CC} می‌رسد و اندازه‌ی V_γ برسد

PaPCO

www.Prozheha.ir

Q_1 را روشن می‌کند.



نکات مهم:

۱) طبق اوتاد در امیتر ترانزیستور برای حفاظت در برابر دیتر معمولا از دیود $۰/۷ - V_{CC}$ استفاده می‌شود.

۲) طبق اوتاد برای این بودن تقارن شکل یک دیود در امیتر هر ترانزیستور قرار می‌شود.

۳) برای اینکه خروجی مدار بعد از پایان خود V_{CC} شود (در هنگام قطع بودن Q) باید

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

www.Prozheha.ir

بعد از بستن سوئیچ: $t=0$

$$T_1 \begin{cases} V_{B_1}(0) = 0.7 - V_{CC} \\ V_{B_1}(\infty) = V_{CC} \\ \tau_1 = R_{B_1} \cdot C_1 \\ V_{B_1}(T_1) = V_\gamma \end{cases} \qquad T_2 \begin{cases} V_{B_2}(0) = 0.7 - V_{CC} \\ V_{B_2}(\infty) = V_{CC} \\ \tau_2 = R_{B_2} \cdot C_2 \\ V_{B_2}(T_2) = V_\gamma \end{cases}$$

$$T_1 = R_{B_1} C_1 \ln \frac{0.7 - 2V_{CC}}{V_\gamma - V_{CC}} \approx 0.693\, R_{B_1} C_1 \qquad \tau_2 = R_{B_2} C_2$$

$$T_2 = R_{B_2} C_2 \ln \frac{0.7 - 2V_{CC}}{V_\gamma - V_{CC}} \approx 0.693\, R_{B_2} C_2$$

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

مثال عددی:

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

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

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

$$\frac{10 - 0}{1} + \frac{10 - (0.7 - V_{CC})}{22} = 10.18\ mA$$

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

به علت تعادل بستن Q_2 هم هنگام وصل بودن اشباع است.

P4PCO

www.Prozheha.ir

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

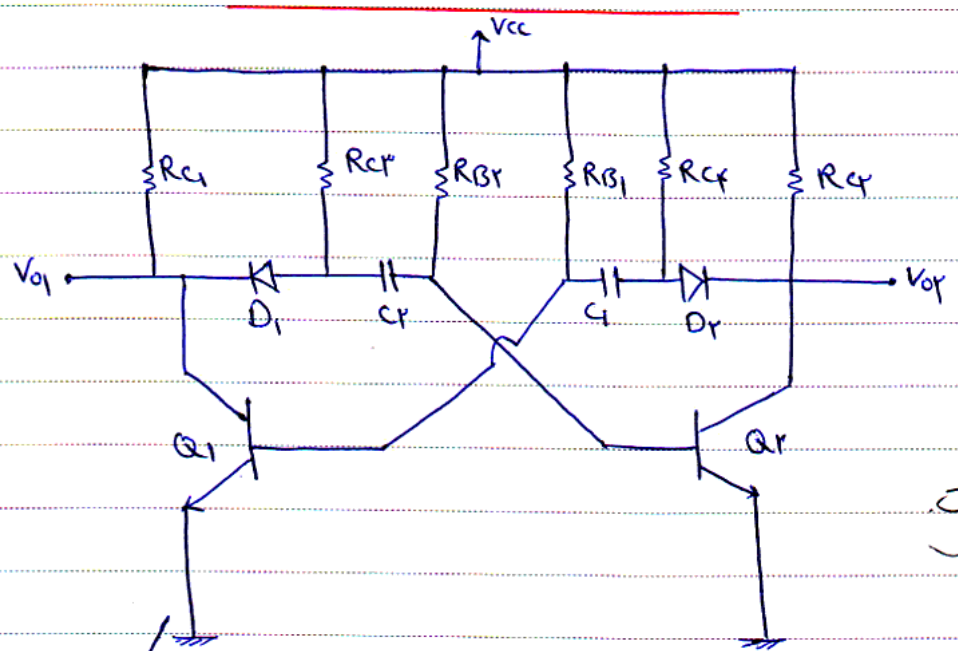
$T_2 = 0.693\, R_{B_2} \cdot C_2 = 69 \mu sec$

$T_0 = T_1 + T_2 = 138 \mu sec \qquad f_0 = \frac{1}{T_0} = 7.246\ kHz$

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

$T_2 > 5 R_{C_2} \cdot C_1$ ✓

برای رسیدن خروجی V_{cc} و ضمنا قطع بودن



خروجی این مدار ۱ است.

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

به صورت پرش به V_{cc} خواهد رسید و ارتباط آن با C_1 قطع می شود. اما چنانچه 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 $R_{C4} \| R_{C2} \simeq R_{C2}$

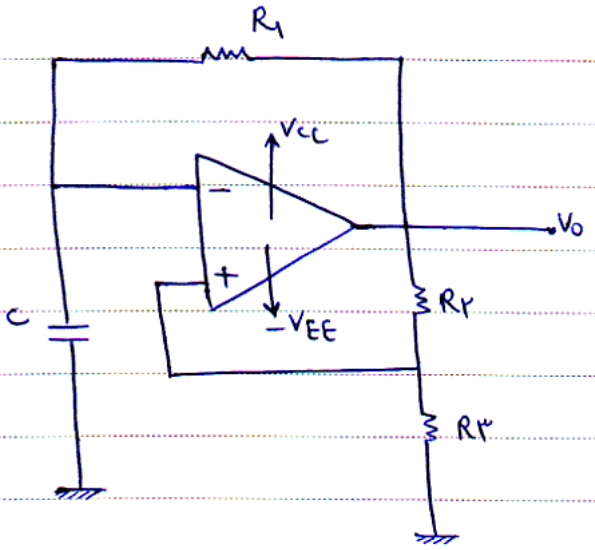
www.Prozheha.ir

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

واژه R_{ON} حذف می‌شود. برای D_1 هم یک مسیر موازی می‌شود.

مدار آستابل با op_Amp:

مدار شکل زیر یک آستابل را نشان می‌دهد:

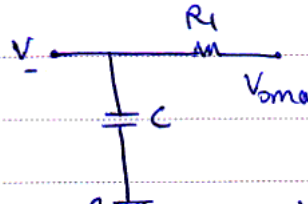


در این مدار با باز شدن کلید Vcc یک لحظه خازن C اتصال کوتاه شده و سیگنال منفی باز می‌شود لذا خروجی با دامنه منفی یا مثبت می‌باشد.

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 هرگاه $V_- = V_+ = \beta V_{omax}$ شد و از آن بیشتر شود $V_- > V_+$

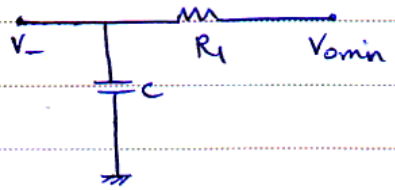
شده و خروجی به دامنه منفی می‌رود یعنی $V_o = V_{omin}$

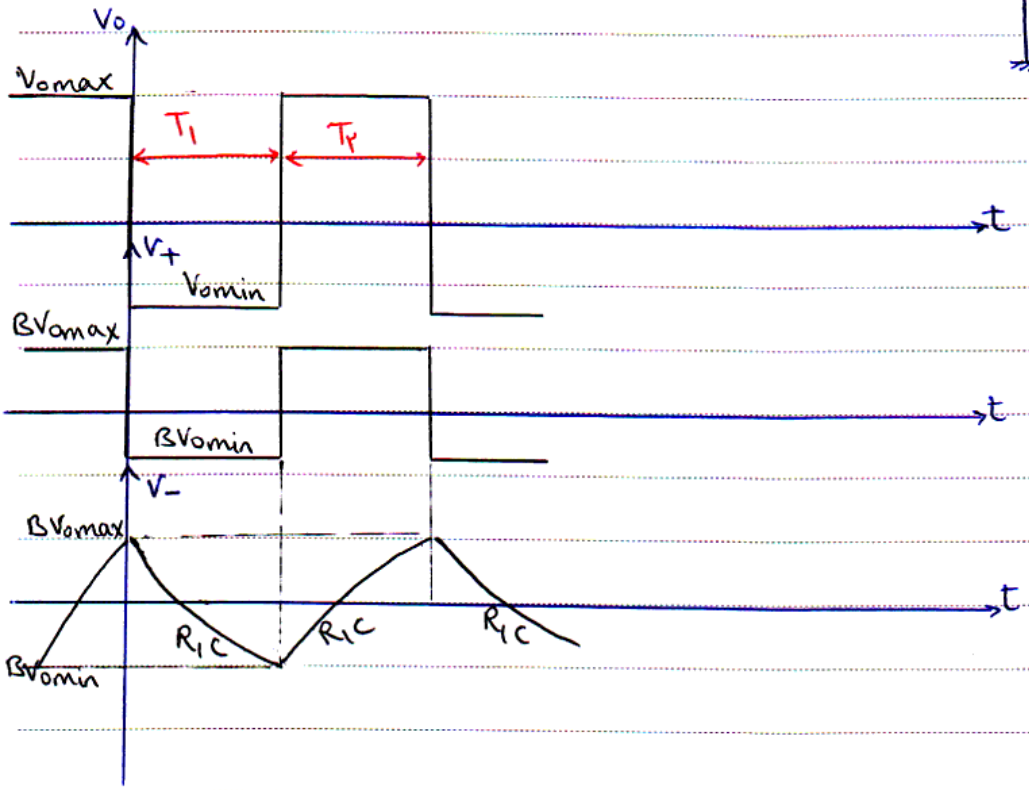
www.Prozheha.ir

ابتدا فرض کنیم $V_o = V_{omin}$ باشد لذا $V_- > V_+ = BV_{omin}$ است حال مدار زیر مدار RC را بیابید

است خازن C با ثابت زمانی R_1C تخلیه می‌شود و پایین می‌آید V_{omin} برسد از هر طرف $V_- = V_+ = BV_{omin}$

رسید از آن کم‌تر شد $V_- < V_+$ شده و خروجی با شیب مثبت می‌رود و همین روند تکرار می‌شود





برای آشنایی با ایمیل

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

$$\tau = R_1 C$$

PAPCO

www.Prozheha.ir

T_2 :
$V_-(\infty) = V_{omax}$
$V_-(0) = BV_{omin}$
$V_-(T_2) = BV_{omax}$
$\tau = R_1 C$

$$\longrightarrow T_2 = R_1 C \ln \frac{BV_{omin} - V_{omax}}{(B-1)V_{omax}}$$

برای آستابل اپ امپ

$$T_o = T_1 + T_2 \qquad f_o = \frac{1}{T_o}$$

طعم اوقات برای تنظیم دقیق، در خروجی از دیودهای زنر استفاده می‌شود.

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

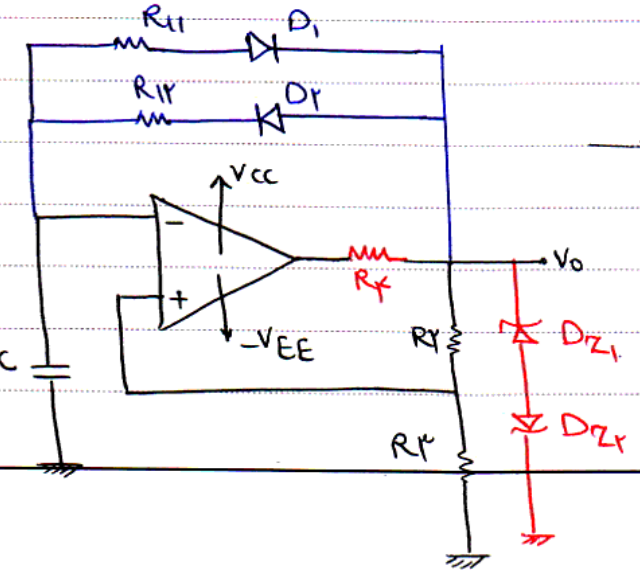
R_4 : مقاومت محدودکننده زنر است.

مثال) مداری را به گونه‌ای طراحی کنید که $f_o = 1KHZ$ و duty cycle = ۴۰٪ و ولت خروجی بین $\mp 6/4$ ولت باشد.

هر آستابل اپ امپی داشتیم V_{cc} را استاندارد است از خروجی می‌گیریم.

$1mA < I_Z < 10mA$: توسان کند.

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.Prozheha.ir

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 ← پس $V_o = V_{omin}$ می‌شود

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

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

$$T_2 = 0.4\ msec \longrightarrow T_1 = 0.6\ msec \qquad T_1 + T_2 = T_o \longrightarrow T_1 = 0.6\ ms$$

$$T_1 = R_{11} C \ln \frac{0.25 \times 4.4 + 4.4}{-0.05 \times (-4.4)} = 0.6\ msec = 0.51 R_{11} C \longrightarrow R_{11} \cong 7.5 K\Omega$$

برای تقسیم $B = 0.25 \longrightarrow R_2 = \frac{1}{3} R_1 \qquad \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0.25$

$$R_2 = 2.7 K\Omega \ , \ R_1 = 8.2 K\Omega$$

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

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

$V_{CC} = V_{EE} = 10$ ولت

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

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

www.Prozheha.ir

Subject: 91 $V_o = V_{omax}$

Year. Month. Date. ( )

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

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

$$\begin{cases} 0/4 \\ 1/4 \end{cases}$$

$V_o = V_{omin}$

$-I_Z$

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

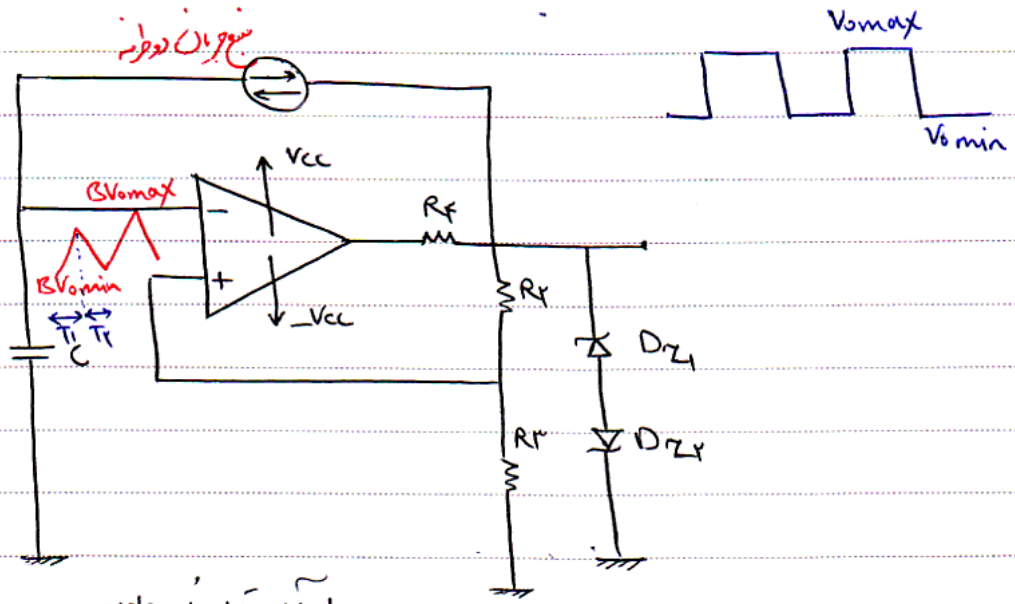
$$\frac{-4/4 + 10}{R_f} + \frac{-4/4}{10/9} + \frac{-4/4 - \begin{cases} 1/4 \\ -1/4 \end{cases}}{7/5} = I_Z$$

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

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.Prozheha.ir

خازن صاف کننده باید از خازن سوزنی بزرگتر باشد.

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

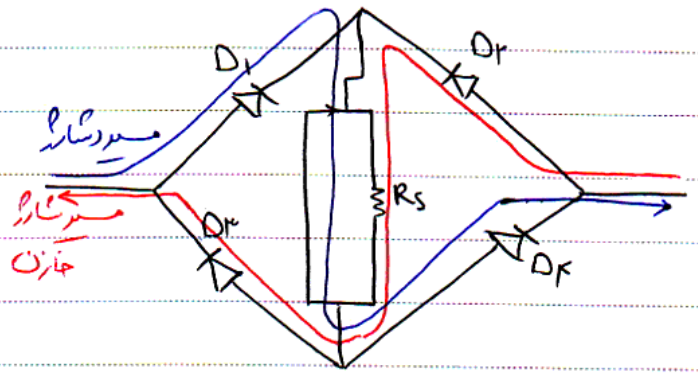
$$T_1 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I \text{ جریان شارژ خازن}}$$

برای مدت هر پالس دیود I_D می‌گذارد.

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

در مدار پل جون جریان شارژ و دشارژ خازن مسیری مشابه جریان است.

$T_1 = T_2$ بوده و duty cycle = ۵۰٪ خواهد بود. برای حالت duty cycle ≠ ۵۰٪ باشد می‌توان از دو منبع جریان استفاده نمود.



مدار منبع جریان دو طرفه یک فاز و 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 $I_D = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$, $V_p < 0$

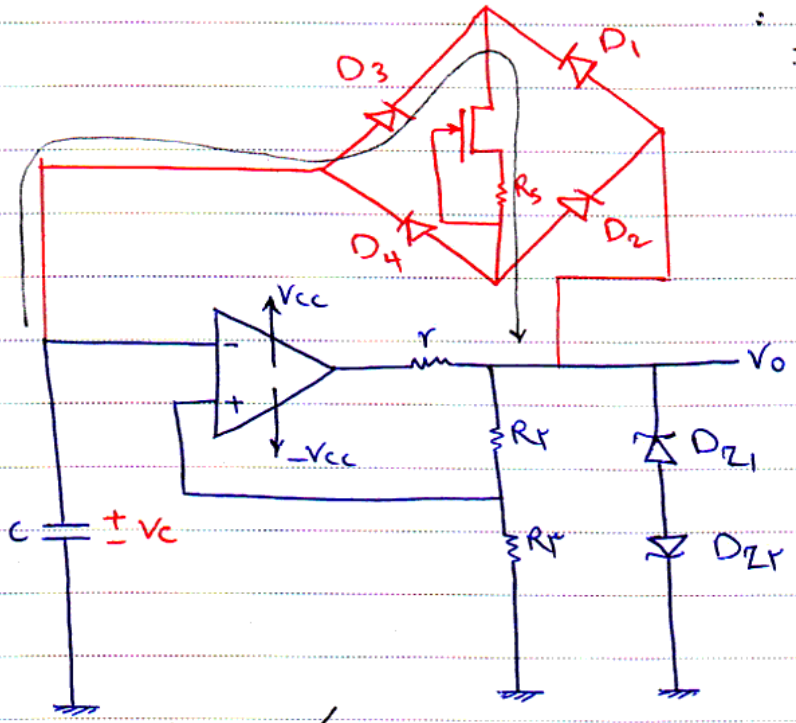
$V_p < V_{GS} < 0$

مدار روشن شدن

nFeT

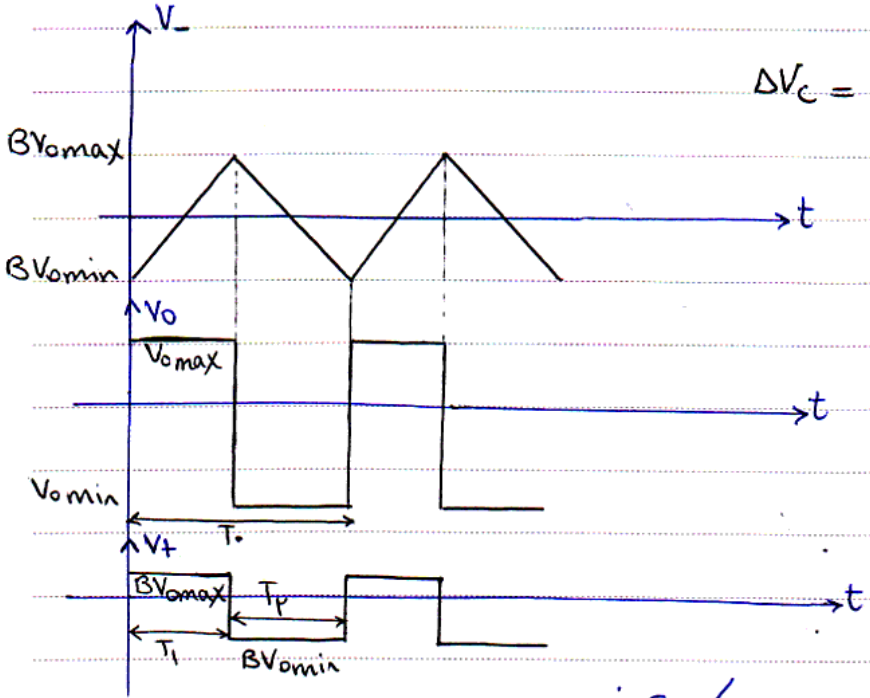
www.Prozheha.ir

مدار آستابل امیتر :



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

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



هرگاه جریان ثابت I از خازن C عبور کند $\Delta V_c = \frac{I}{C} \cdot \Delta t$

ولتاژ دو سر آن

$\beta = \frac{R_4}{R_3+R_4} < 1$ که در آن $0 < \beta$

PAPCO

www.Prozheha.ir

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 $I = I_D$

$$T_1 = \frac{BC(V_{omax} - V_{omin})}{I_D}$$

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_3 : on

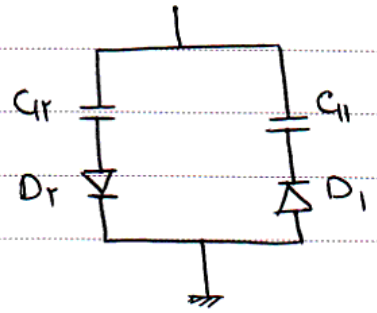
جریان شارژ خازن $I = I_D$

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

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

و ورودی سنکرون و دو تا شارژ خازن مثلی تغییر می کند. چون ناپایدار خروجی متقارن نیز می توان از مدار زیر جای خازن ها

بهره برد :



www.Prozheha.ir

Subject: 98 $\sqrt{}$ $-V_p$ $\begin{cases} V_o = V_{omax} \rightarrow V_{DG} = V_D - V_G = (1-B)V_{omax} > -V_p \\ V_o = V_{omin} \rightarrow V_{DG} = V_D - V_G = (B-1)V_{omin} > -V_p \end{cases}$ $V_{omax} = -V_{omin}$

Year. Month. Date.

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

این منبع جریان ثابت باید در حالت اشباع باشد.

$V_p < V_{GS} < 0$

$V_{DG} > -V_p$ → اگر $V_o = V_{omax}$ $\begin{cases} V_D = V_{omax} \\ V_G = BV_{omin} = BV_{omax} \end{cases}$

(اشباع بودن) جریان ثابت

pinch off بودن

n fet

D_1 و D_2 : on

در هنگام شارژ خازن

شرط اشباع ماندن $V_{DG} > -V_p$

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

$V_{DG_{min}} =$

B تعیین و انتخاب می‌شود.

اگر $V_o = V_{omin}$ باشد

D_3, D_4 : on

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

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

در واقع هر دو یک رابطه هستند چون

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

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

(منبع جریان ثابت باید از دو خازن و دو دیود استفاده کند.)

PAPCO

www.Prozheha.ir

$$Q: \begin{cases} I_{DSS} = 4mA \\ V_P = -4V \end{cases} \rightarrow 2mA < I_Z < 10mA \quad \text{(محدوده‌ی بایاس زنر)}$$

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

$V_{CC} = 7V$ ولت انتخاب می‌کنیم

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

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

دیود زنر ۴ ولتی

$$\begin{cases} V_{omax} = 4.7 = V_{Z_1} + 0.7 \rightarrow V_{Z_1} = 4 \text{ ولت} \\ V_{omin} = -4.1 = -(V_{Z_2} + 0.7) \rightarrow V_{Z_2} = 4 \text{ ولت} \end{cases}$$

برای اشباع بودن FET:

$$V_{DG\,min} = (B-1)V_{omin} > -V_P = 4 \text{ ولت}$$

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

انتخاب می‌کنیم.

$R_3 = 9R_4$

$\rightarrow R_3 = 9R_4$ انتخاب می‌شود. $R_4 = 1.2\ K\Omega$ استاندارد

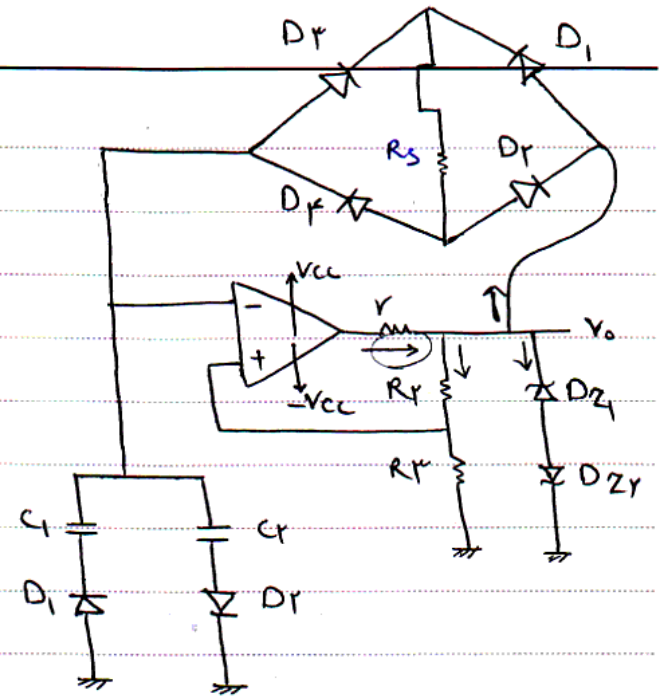
$R_3 \simeq 10K\Omega$

$$\begin{cases} T_1 = \dfrac{BC_1 \cdot (V_{omax} - V_{omin})}{I_D} \\ T_2 = \dfrac{BC_2 (V_{omax} - V_{omin})}{I_D} \end{cases}$$

www.Prozheha.ir

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

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

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

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

محاسبه‌ی مقاومت r :

اگر $V_o = V_{omax}$ شارژ خازن C_1

$$2 < \underbrace{\frac{V_{CC}-V_{omax}}{r} - \frac{V_{omax}}{R_2+R_4} - I_D}_{I_Z} < 10mA$$

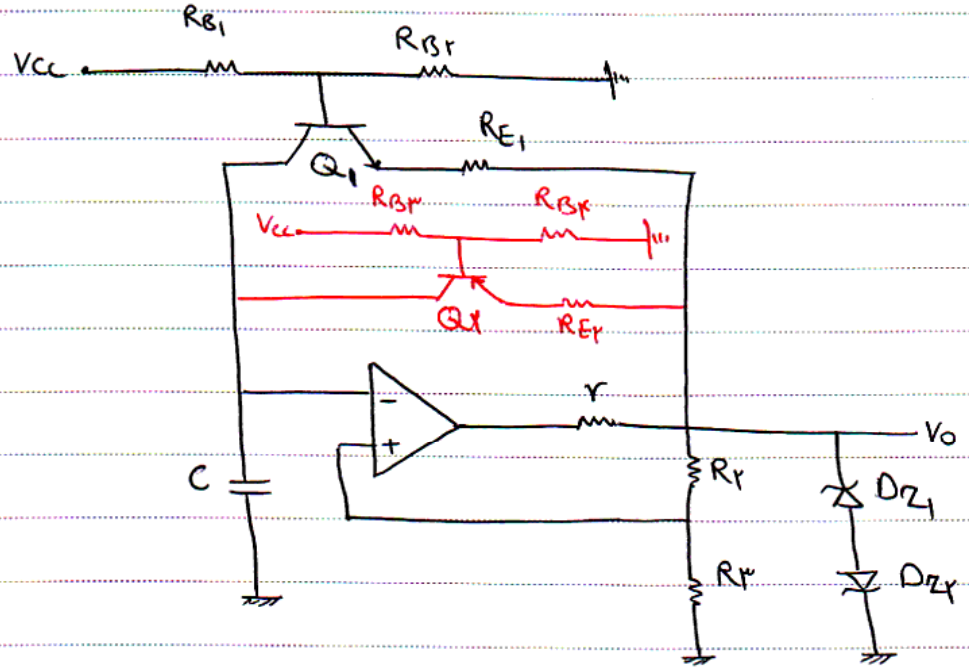
www.Prozheha.ir

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

$$۰٫۱۹K < ۲ < ۰٫۵۸K\Omega \longrightarrow ۲ = ۴۳۰\Omega$$ انتخاب می‌کنیم.

نکته: ماکزیمم ولتاژ می‌توان برای دیتا duty cycle ۵۰ درصد از دو منبع جریان استفاده کرد.

برای مثال:



باید در ضبط مقال باشد نه اشباع.

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

$I = I_2$ Q_2: on مقال

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

$$T_2 = \frac{B C (V_{omax} - V_{omin})}{I_1}$$ Q_1: on مقال

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

www.Prozheha.ir

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 ؟

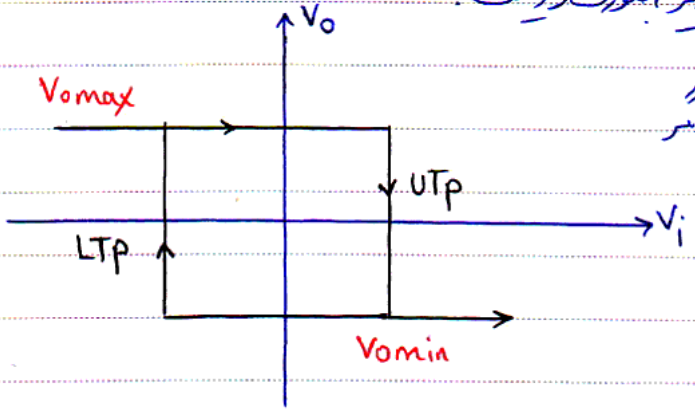
پاسخ این پرسش در ادامه آمده است.

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

$V_{BE} = 0.7\,V$ ثابت

مدار اشمیت تریگر با op-Amp :

این مدار یک نمونه از روش‌های استقال است و خروجی به صورت مربعی است اما ورودی می‌تواند مثلثی یا سینوسی و... باشد. منحنی مشخصه‌ی انتقالی مدار اشمیت تریگر به صورت زیر است :



مدار اشمیت تریگر وارونگر inverting schmit triger

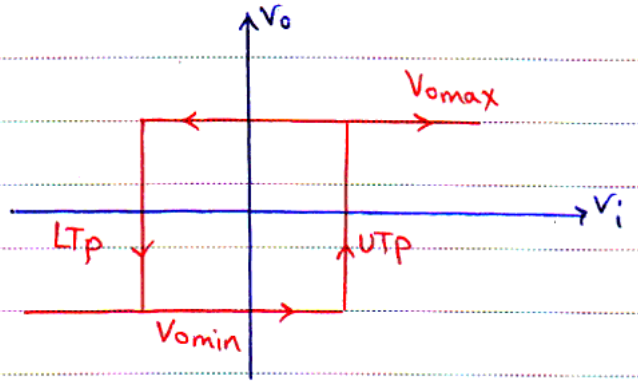
مسیر رفت با برگشت متفاوت

UTp : upper triger point

LTp : lower triger point

P4PCO

www.Prozheha.ir

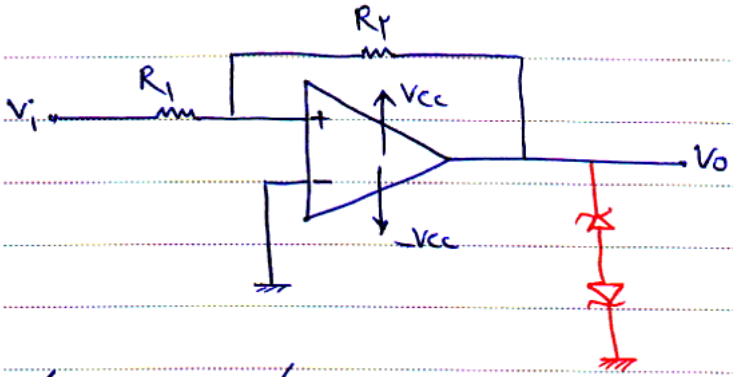


← ناوارونگر non inverting schmit triger

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 : $\frac{V_i - V_+}{R_1} = \frac{V_+ - V_{omin}}{R_f}$

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.

$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_{omin}}{R_f} \rightarrow V_i = UTp = \frac{-R_1}{R_f} V_{omin}$$

www.Prozheha.ir

حال اگر $V_o = V_{max}$ باشد ورودی را اگر بگیریم:

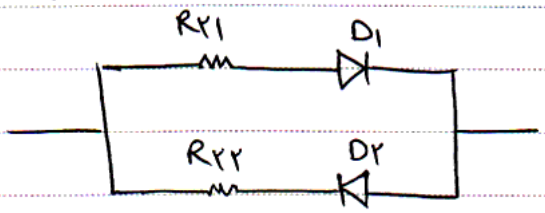
$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_{omax}}{R_2}$$ ← در حالت $V_- = V_+ = 0$ بود

$$LTP = \frac{-R_1}{R_2} V_{omax}$$

بنابراین اگر در ورودی از زنری استفاده کنیم

$$\begin{cases} V_{omax} = V_{Z_1} + 0.7V \\ V_{omin} = -V_{Z_2} - 0.7V \end{cases}$$

بنابراین UTP و LTP از نظر اندازه برابرند برای اینکه باهم برابر باشند $LTP = -UTP$



می‌توان به جای R_2 از مدار زیر استفاده کرد:

$$LTP = \frac{-R_1}{R_{22}} \cdot V_{omax}$$ (خلاف جهت دیود) ، $$UTP = \frac{-R_1}{R_{21}} \cdot V_{omin}$$ (در جهت دیود)

می‌توان به جای این باتری منفی op-Amp را به یک ولتاژ مرجع Set point وصل کرد.

اگر $V_o = V_{omin}$

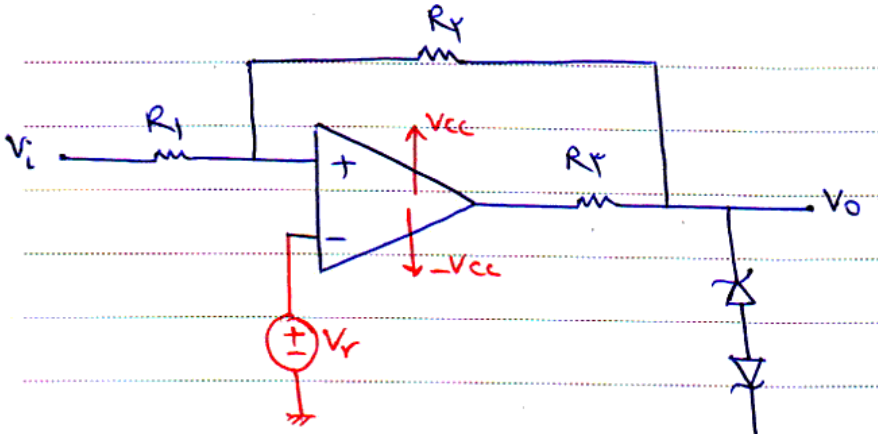
KCL: $\frac{V_i - V_r}{R_1} = \frac{V_r - V_{omin}}{R_2}$

$$UTP = \frac{R_1}{R_2}(V_r - V_{omin}) + V_r$$ حالت کلی‌تر

$$LTP = \frac{R_1}{R_2}(V_r - V_{omax}) + V_r$$

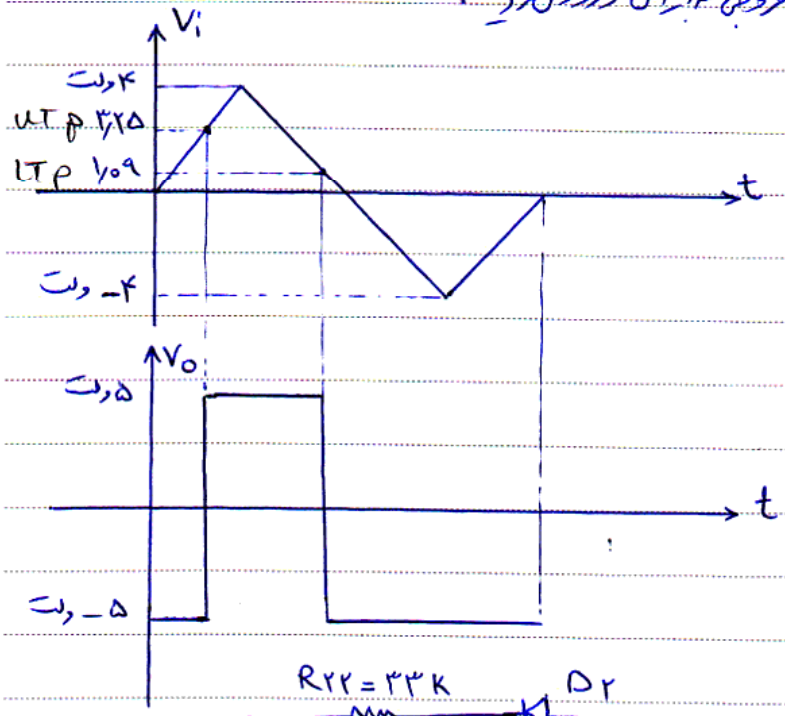
PAPCO

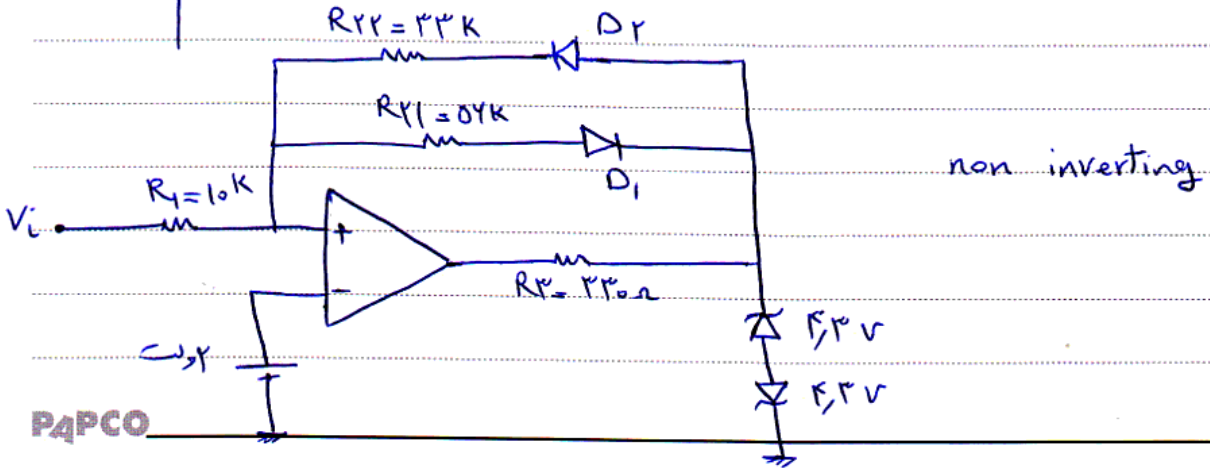
www.Prozheha.ir



مثال) در مدار شکل زیر ولتاژ مقایسه ی نقاط UTP و LTP .

رسم منحنی مشخصه انتقالی و تسم دیتار خروجی به ازای ورودی زیر :





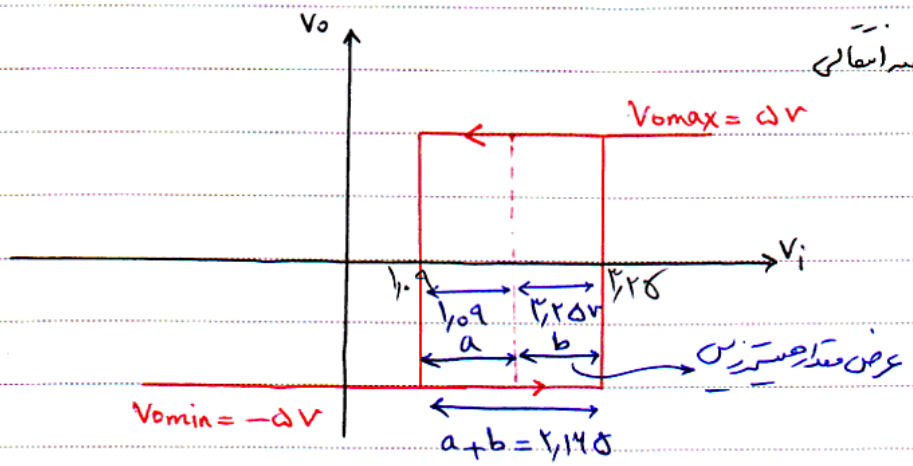
non inverting

P4PCO

www.Prozheha.ir

$$LTP = \frac{R_1}{R_{22}}(V_r - V_{omax}) + V_r = \frac{10}{22K}(2-5) + 2 = 1.09\ V$$

$$UTP = \frac{R_1}{R_{21}}(V_r - V_{omin}) + V_r = \frac{10K}{5K}(2+5) + 2 = 3.25\ V$$



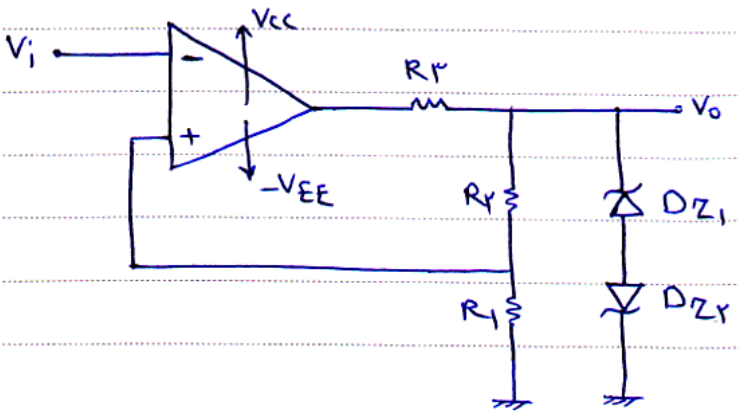
منحنی مشخصه انتقالی

عرض مقداهیستریزیس

$$\begin{cases} V_{omax} = 4.3 + 0.7 = 5V \\ V_{omin} = -4.3 - 0.7 = -5V \end{cases}$$

$$\frac{LTP}{2} \begin{cases} a = \frac{R_1}{2R_{22}}(V_r - V_{omax}) + \frac{V_r}{2} = \frac{10}{44}(2-5) + 1 = 0.54 \text{ ولت} \\ b = \frac{UTP}{2} = 1.625 \text{ ولت} \end{cases}$$

مدار اسمیت تریگر دارو متر ؟



P4PCO

www.Prozheha.ir

در این مدار اگر $V_o = V_{omax}$ باشد

$$V_- < V_+ = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{omax}$$

اگر ورودی را آنقدر زیاد کنیم V_- زیاد می‌شود تا سرانجام

$$V_- = V_+ = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{omax} = UTP$$

اگر ورودی از این مقدار UTP بزرگتر شود حوضی به اشباع منفی می‌رود $V_o = V_{omin}$

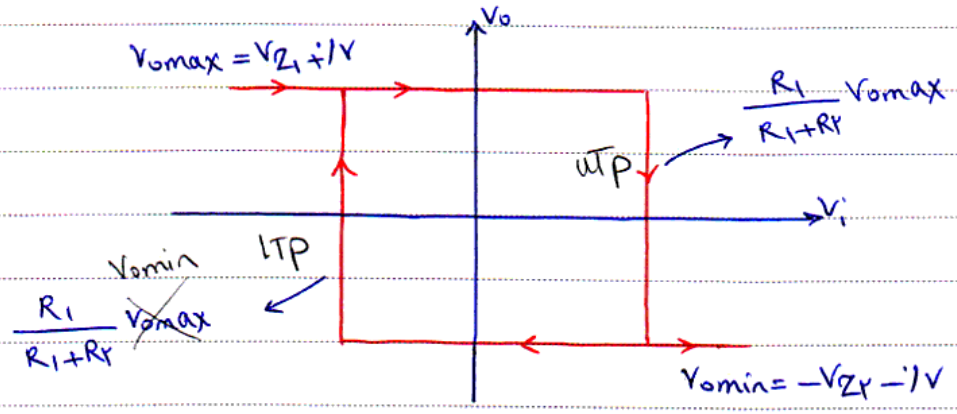
اگر $V_o = V_{omin}$ باشد

$$V_i = V_- > V_+ = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{omin}$$

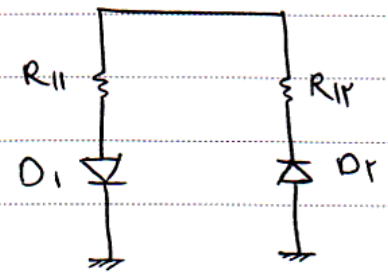
اگر ورودی را آنقدر کم کنیم تا

$$V_i = V_- = V_+ = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{omin} = LTP$$

اگر ورودی از این مقدار کمتر شود $V_- < V_+$ خواهد شد. $V_o = V_{omax}$



* در این مدار همیشه $LTP = -UTP$ است بنابراین برای تفاوت بین LTP و UTP کافی است به ازای R_1 مقادیر زیر را امتحان کنید:



www.Prozheha.ir

به عنوان مثال) برای طراحی کنید که:

$LTp = -۳$ ولت ، $UTp = ۲$ ولت

$V_{CC} = ۱۰$ ولت

$V_{omax} = |V_{omin}| = ۵٫۳$ ولت

$۲mA < I_Z < ۱۰mA$

$$LTp = \frac{R_{۱۲}}{R_{۱۲} + R_۲} . V_{omin}$$ ← حالت پایین رود

$$-۳ = \frac{R_{۱۲}}{R_{۱۲} + R_۲} . (-۵٫۳)$$

$$۳R_{۱۲} + ۳R_۲ = ۵٫۳ R_{۱۲} \longrightarrow \boxed{R_{۱۲} = ۱٫۳ R_۲}$$

$$UTp = \frac{R_{۱۱}}{R_{۱۱} + R_۲} V_{omax}$$ ← حالت بالا رود

$$۲ = \frac{R_{۱۱}}{R_{۱۱} + R_۲} (۵٫۳) \longrightarrow R_{۱۱} = ۰٫۶ R_۲$$

انتخاب $R_۲ = ۱۰^K$ ⟹ $R_{۱۲} = ۱۳ \cong ۱۲K$ ، $R_{۱۱} \cong ۵٫۶ K\Omega$

$V_{omax} = V_{Z_۱} + ۰٫۷ = ۰٫۳ \longrightarrow V_{Z_۱} = ۴٫۶ V$

$V_{omin} = -V_{Z_۲} - ۰٫۷ = -۵٫۳ \longrightarrow V_{Z_۲} = ۴٫۶ V$

$$۲ < \frac{V_{CC} - V_{omax}}{R_۳} - \frac{V_{omax}}{R_۲ + R_{۱۱}} < ۱۰$$

$$۲ < \frac{۱۰ - ۵٫۳}{R_۳} - \frac{۵٫۳}{۱۵٫۶} < ۱۰$$

$$\boxed{۰٫۴۲ < R_۳ < ۱٫۸۲ K\Omega} \quad ①$$

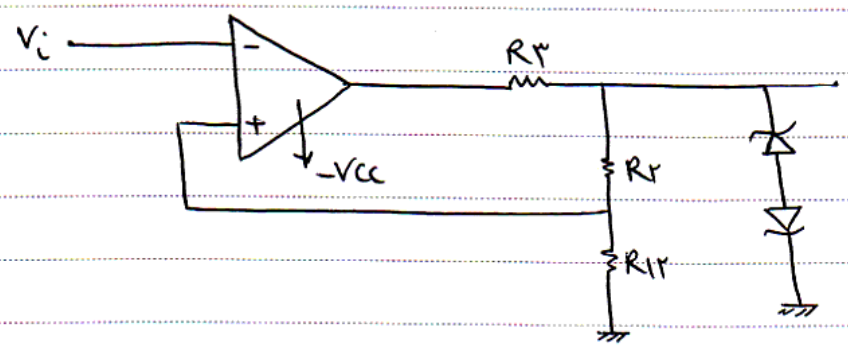
PAPCO

www.Prozheha.ir

اگر $V_o = V_{omin}$ باشد

$$2mA < \frac{+V_{cc} + V_{omin}}{R_2} + \frac{V_{omin}}{R_{12} + R_2} < 10mA$$

$$2 < \frac{10 - 0.2}{R_2} - \frac{0.2}{22} < 10 \longrightarrow \boxed{0.45K < R_2 < 0.9K} \quad (2)$$

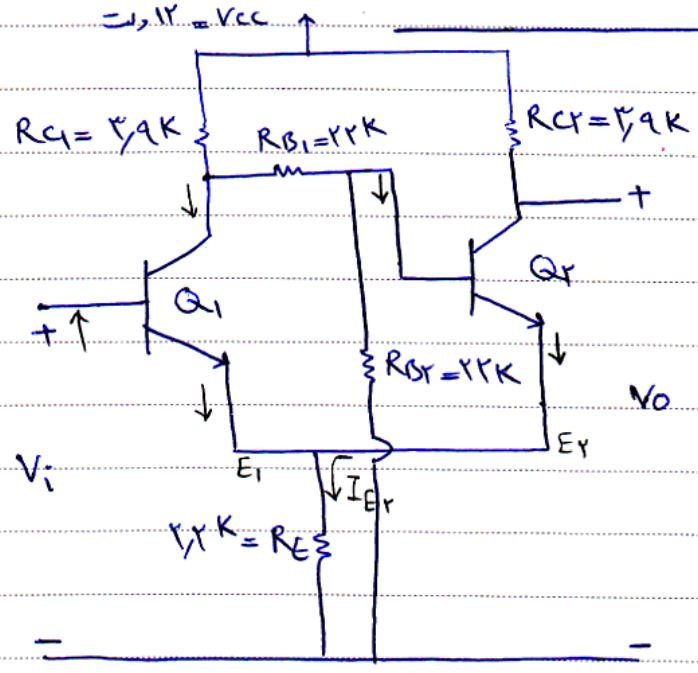


اگر $V_o = V_{omax}$

اگر $V_o = V_{omin}$

$$I_Z = \frac{V_{omin} - (-V_{CC})}{R_2} + \frac{V_{omin}}{R_2 + R_{12}}$$ در گره خروجی KCL

$$\boxed{0.45K < R_2 < 1.84K}$$ ← از اشتراک دو محدوده‌ی (1) و (2)



در اینجا ترکیب ترنزیستور با ترانزیستور:

الف) در مدار شکل مقابل مطلوبست

رسم مختصر شخصه‌ی انتقالی مدار و محاسبه‌ی

V_o

V_i

V_{TP} ، V_{TP} و نحوه‌ی عملکرد آن.

Q_1 ، Q_2

$h_{fe\,min} = 100$

$V_{BE} = 0.7V$

$V_\gamma = 0.5V$ در نظر گرفته شود.

همیشه β را min در نظر می‌گیریم.

www.Prozheha.ir

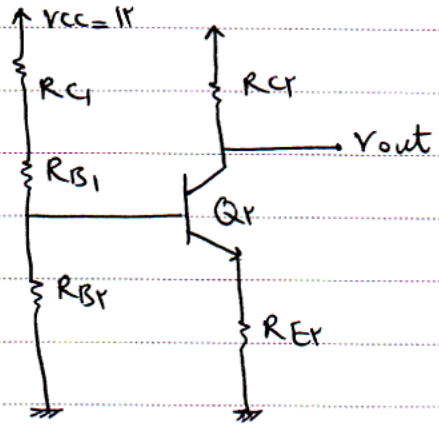
۱۰V

Subject:

Year. Month. Date. ( )

حل)

اگر ولتاژ ورودی کم باشد Q_1: off و مدار مطابق شکل ترانزیستور Q_2 خواهد شد.



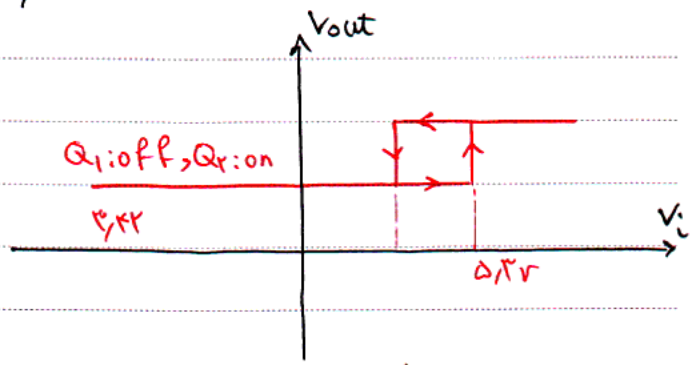
Q_2: on

$$V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}+R_{C1}} \cdot V_{cc} = ۵/۵\ V$$

$$V_{E1} = V_{E2} = V_{B2} - V_{BE2} = ۵/۵ - ۱ = ۴/۸\ V$$

$$I_{C2} \simeq I_{E2} \simeq \frac{V_{E2}}{R_E} = \frac{۴/۸}{۲/۲} \simeq ۲/۲\ mA$$

$$V_{out} = V_{cc} - R_{C2} I_{C2} = ۲/۴۲\ V$$



اگر ورودی را تدریجی زیاد کنیم Q_1 در آستانه روشن شدن مرز می‌برد.

رابطه مستقیم دارند.

اگر $V_i \uparrow \longrightarrow I_{B1} \uparrow \longrightarrow I_{C1} \uparrow \longrightarrow V_{C1} \downarrow \longrightarrow V_{B2} \downarrow \longrightarrow V_{E2} \downarrow \longrightarrow V_{BE1} \uparrow\uparrow \longrightarrow$

$I_{B1} \uparrow\uparrow \longrightarrow$ بنابراین نوع مدرک مثبت

$V_{BE2} = ۱V$ ثابت

P4PCO

www.Prozheha.ir

در آستانه وصل $V_{BE_1} = V_\gamma = 0.7V \longrightarrow V_{B_1} - V_{E_1} = 0.7$

$V_{E_1} = V_{E_2}$ $\quad V_i - 4.8 = 0.7 \longrightarrow V_i = V_{Tp} = 5.5\ V \longrightarrow Q_1$: on

$V_{B_1} = V_i$ $\quad Q_2$: off

$\longrightarrow V_o = V_{CC} = 12\ V$

V_{B_2} کم می‌شود و Q_2 خاموش می‌شود.

$V_{out} = V_{CC} - R_{C_2} I_{C_2} = 4.44\ V$

اگر Q_1 وصل و Q_2 خاموش باشد، V_i را کاهش دهیم:

Q_2 در آستانه وصل $\quad V_{BE_2} = 0.7 = V_\gamma$

(۲) $V_{E_2} \downarrow \longrightarrow V_{BE_2} \uparrow \longrightarrow I_{B_2} \uparrow \longrightarrow I_{C_2} \uparrow \longrightarrow V_o \downarrow$

(۱) $V_i \downarrow \longrightarrow V_{B_1} \downarrow \longrightarrow V_{E_1} \downarrow \longrightarrow V_{E_2} \downarrow \xrightarrow{V_{BE_2}\uparrow} I_{B_2} \uparrow \longrightarrow I_{C_2} \uparrow \longrightarrow I_{E_2} \uparrow \longrightarrow V_{E_2} \uparrow$

$\longrightarrow V_{BE_1} \downarrow\downarrow \longrightarrow Q_1$: off می‌شود

شیب منفی در مدار هنگام کاهش V_i.

C_1 در مورد KCL: $\dfrac{V_{CC} - V_{C_1}}{R_{C_1}} = I_{C_1} + \dfrac{V_{C_1} - 0}{R_{B_1} + R_{B_2}}$ (۱)

$\begin{cases} Q_2 : off \\ Q_1 : on \end{cases}$

$I_{C_1} = I_{E_1} = \dfrac{V_{B_1} - V_{BE_1}}{R_E} = \dfrac{V_{B_1} - 0.7}{2.2}$ (۲)

و چون از سورس کلمه است دیگر برایش در نظر نمی‌گیریم.

$\longrightarrow V_{B_1} - V_{BE_1} - R_E i_{C_1} = 0$

$V_{B_1} = V_i$

$\dfrac{12 - V_{C_1}}{3.9} = \dfrac{V_i - 0.7}{2.2} + \dfrac{V_{C_1}}{4.4}$

رابطه (۲) را در (۱) جایگذاری می‌کنیم.

P4PCO

www.Prozheha.ir

$$\frac{12}{3.9} - \frac{V_{C1}}{3.9} = \frac{V_i}{2.2} - \frac{0.7}{2.2} + \frac{V_{C1}}{4.4}$$

$$3.4 - \frac{V_i}{2.2} = \frac{V_{C1}}{3.9} + \frac{V_{C1}}{4.4} \longrightarrow \boxed{V_{C1} = 12.18 - 1.43\, V_i}$$

مقسم ولتاژ $V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2}+R_{B1}} \cdot V_{C1} = 4.09 - 0.184\, V_i$

$V_{B2} - V_{E2} = 0.7$

$V_{BE_2} = 0.7 \longrightarrow 4.09 - 0.184\, V_i - (V_i - 0.7) = 0.7$

$V_{E2} = V_{E1} = V_i - 0.7$ $\qquad 4.29 = 1.184\, V_i$

$$\longrightarrow \boxed{V_i = 3.62 \simeq 3.6}$$

Q_1: on, Q_2: off $\qquad V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} V_{C1}$

Q_1: off, Q_2: on $\qquad V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2}+R_{B1}+R_{C1}} \times V_{CC}$

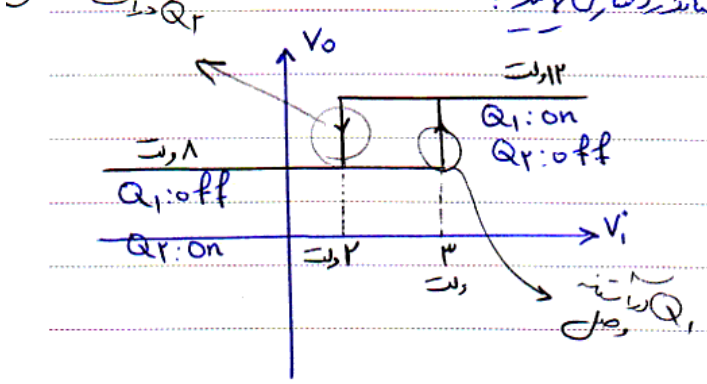
www.Prozheha.ir

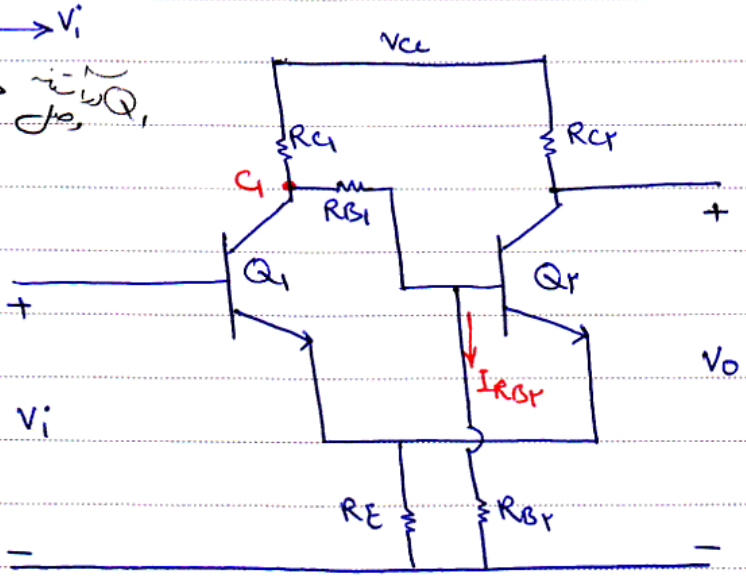
Subject :

Year . Month . Date . ( )

مثال: طراحی مدار اشمیت تریگر ترانزیستوری :

مداری طراحی کنید که دارای ولتاژ آستانه ۸ و ۱۲ ولت و حداقل مقاومت بار ۱۰kΩ بر روی خروجی مداری قطع شود. سپس طراحی همه‌ی مقاومت‌ها را انجام دهید.





$$\therefore I_{RB2} = \frac{1}{10} I_{C1}$$ وصل

حل: $R_L \parallel R_{C2} \approx R_{C2}$: برای اینکه مقاومت بار ۱۰kΩ در خروجی مداری اثر نباشد.

$$R_{C2} \ll R_L$$

$$R_{C2} \leq \frac{1}{10} R_L = 1K\Omega$$

$$\rightarrow \boxed{R_{C2} = 1K\Omega}$$

www.Prozheha.ir

فرض می‌کنیم Q1:off و Q2:on باشد.

$V_o = V_{cc} - R_{c2} I_{c2} = ۸$ ولت

از روی بورد $V_{cc} = ۱۲$ ولت

$۱۲ - R_{c2} I_{c2} = ۸$ ولت $\longrightarrow I_{c2} = \frac{۱۲-۸}{۱} = ۴ mA$

$V_{B1} - V_{E1} = ۰/۵$ ولت $\qquad V_{BE_1} = ۰/۵$ ولت ولتاژ روشنایی UTP در آستانه وصل

$V_i - V_{E1} = ۰/۵ \longrightarrow ۳ - V_{E1} = ۰/۵ \longrightarrow \boxed{V_{E1} = ۲/۵ \text{ ولت}}$

با ازای روشن: $V_{E1} = V_{E2} = ۲/۵$ ولت $= V_{B2} - ۰/۷$

$V_{B2} = ۳/۲$ ولت $\qquad V_{E2} = R_E I_{E2} = ۲/۵$ ولت $\qquad R_E = \frac{۲/۵}{۴} = ۶۲۵ \Omega$

$\longrightarrow$ استاندارد ۶۸۰Ω

فرض می‌کنیم Q1:on , Q2:off باشد:

$V_{B2} = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}} V_{C1}$ قسم ولتاژ

$\frac{V_{cc} - V_{C1}}{R_{C1}} = I_C + \frac{V_{C1}}{R_{B1} + R_{B2}}$: قانون KCL در C1

فرض مسأله $I_{R_{B2}} = \frac{۱}{۱۰} I_C = \frac{۱}{۱۰} \times ۱/۹ = ۰/۱۹ mA$

$\frac{۱۲ - V_{C1}}{R_{C1}} = ۱/۹ mA + \frac{V_{C1}}{R_{B1} + R_{B2}}$

PAPCO

www.Prozheha.ir

۱۱۴

$V_{B_1} = V_i = LTP = ۲$

$V_{B_1} - V_{E_1} = ۰/۷ \longrightarrow V_{E_1}$ و V_{E_2} برابر $۱/۳$ ولت

$V_{BE_2} = ۰/۵$ ولت، $V_{E_2} = V_{B_1} - ۰/۷ = V_i - ۰/۷ = ۲ - ۰/۷ = ۱/۳$ ولت،

Q_2 در آستانه وصل

$$I_{C_1} = \frac{V_{E_1}}{R_E} = \frac{۱/۳}{۶۸۰\,\Omega} = ۱/۹\ mA$$

$$* \quad I_{R_{B_2}} = \frac{V_{B_2}}{R_{B_2}} = ۰/۱۹\ mA \qquad V_{BE_2} = ۰/۵ \text{ ولت} \longrightarrow V_{B_2} = ۰/۵ + V_{E_2} = ۱/۸ \text{ ولت}$$

$$R_{B_2} = \frac{V_{B_2}}{I_{R_{B_2}}} = \frac{۱/۸}{۰/۱۹} \simeq ۱۰\,K\Omega \checkmark$$

$$\frac{۱۲}{R_{C_1}} - \frac{V_{C_1}}{R_{C_1}} = ۱/۹\,mA + \frac{V_{C_1}}{R_{B_1} + ۱۰K\Omega}$$

$$\frac{۱۲}{R_{C_1}} - ۱/۹mA = \left(\frac{۱}{R_{C_1}} + \frac{۱}{R_{B_1}+۱۰}\right) V_{C_1}$$

$$V_{C_1} = \frac{\frac{۱۲}{R_{C_1}} - ۱/۹}{\frac{۱}{R_{C_1}} + \frac{۱}{۱۰+R_{B_1}}}$$

$$V_{C_1} = \frac{۱۲ - ۱/۹R_{C_1}}{\frac{۱۰ + R_{B_1} + R_{C_1}}{R_{C_1}(۱۰+R_{B_1})}} = \frac{(R_{B_1}+۱۰)(۱۲ - ۱/۹R_{C_1})}{۱۰ + R_{B_1} + R_{C_1}}$$

V_{B_2} از تقسیم مقاومتی $= \frac{۱۰}{۱۰+R_{B_1}} \cdot \frac{(۱۰+R_{B_1})(۱۲-۱/۹R_{C_1})}{۱۰ + R_{C_1} + R_{B_1}} = ۱/۸$ ولت و از روی ★

$$\frac{۱۲۰ - ۱۹R_{C_1}}{۱۰ + R_{C_1} + R_{B_1}} = ۱/۸$$

$$۱۲۰ - ۱۹R_{C_1} = ۱۸ + ۱/۸R_{C_1} + ۱/۸R_{B_1}$$

$$\boxed{۱۰۲ = ۲۰/۸R_{C_1} + ۱/۸R_{B_1}} \quad ①$$

P4PCO

www.Prozheha.ir

هر سوالی که در جلسه در مورد همین است، در ذیل این سوال حفظ شود.

$$V_{B_2} = \frac{R_{B_2}}{R_{B_2} + R_{B_1} + R_{C_1}} \times V_{CC} \qquad Q_2: on \quad , \quad Q_1: off$$

$$= \frac{10}{10 + R_{B_1} + R_{C_1}} \times 12 = 3{,}2 \text{ بت}$$

$$120 = 32 + 3{,}2 R_{B_1} + 3{,}2 R_{C_1} \longrightarrow 88 = 3{,}2 (R_{B_1} + R_{C_1})$$

$$\boxed{R_{B_1} + R_{C_1} = 27{,}5} \quad (2)$$

(2) , (1) معادله $R_{B_1} = 15K\Omega \qquad R_{C_1} = 2{,}7\,K\Omega$

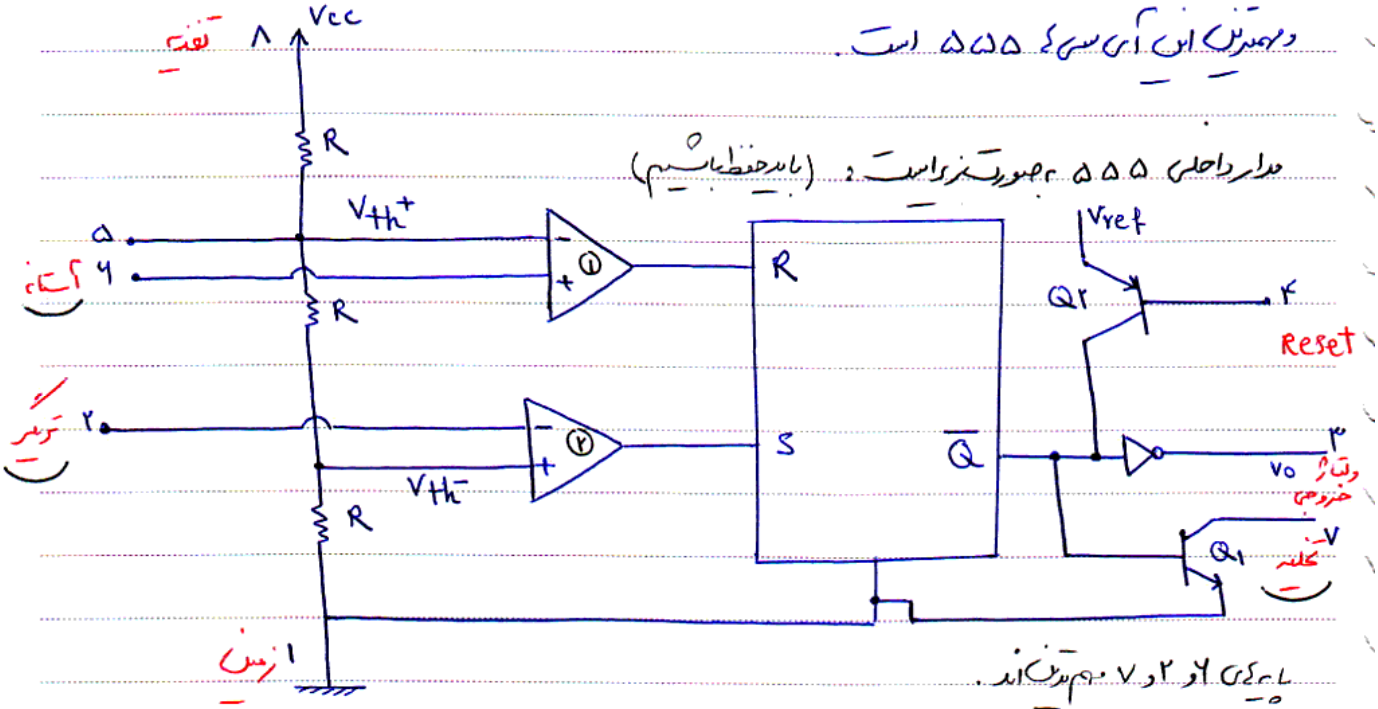
www.Prozheha.ir

فصل پنجم:

IC های زمان سنج: این IC ها از مقاله کننده های دیتکتور تشکیل شده اند که با اتصال خازن و مقاومتهای آن ها از سری آی سی مدارات دولتی و سیراتور ساخته می شوند.

مهمترین این آی سی ها ۵۵۵ است.

مدار داخلی ۵۵۵ به صورت زیر است: (باید حفظ باشیم)



پایه های ۶ و ۲ و ۷ به هم متصل اند.

در این مدار ابرهی ولتاژی به پایه های ۲ و ۶ و ۷ وصل شده باشد:

$$V_{th}^+ = \frac{۲}{۳} V_{cc}$$

$$V_{th}^- = \frac{۱}{۳} V_{cc}$$

لذا خروجی مقایسه گر ① برابر صفر است و خروجی مقایسه گر ② برابر یک است.

بنابراین یک پایین Set به مدار فلیپ فلاپ اعمال می شود $\bar{Q} = ۰$ ، $V_o = high$ می گردد و Q_1 خاموش می شود.

نکته: پایه شماره ۴ همان Reset است. اگر این پایه به زمین وصل گردد: Q:on واشباع خواهد شد

حول ولت $V_{ref} = 2V_{BE} = 1.4$ است و $\bar{Q} = 1.1$ ولت $V_o = high$ خواهد شد و مدار در این حالت

می ماند تا زمانی که مدار مولتی ویبراتور باری ۴ هم باید به Vcc وصل شود. (Q:off)

پایه ۵: اگر به این پایه ولتاژی از بیرون وصل نشود: $V_{th}^+ = \frac{2}{3} Vcc$ خواهد بود. اما می توان با اعمال

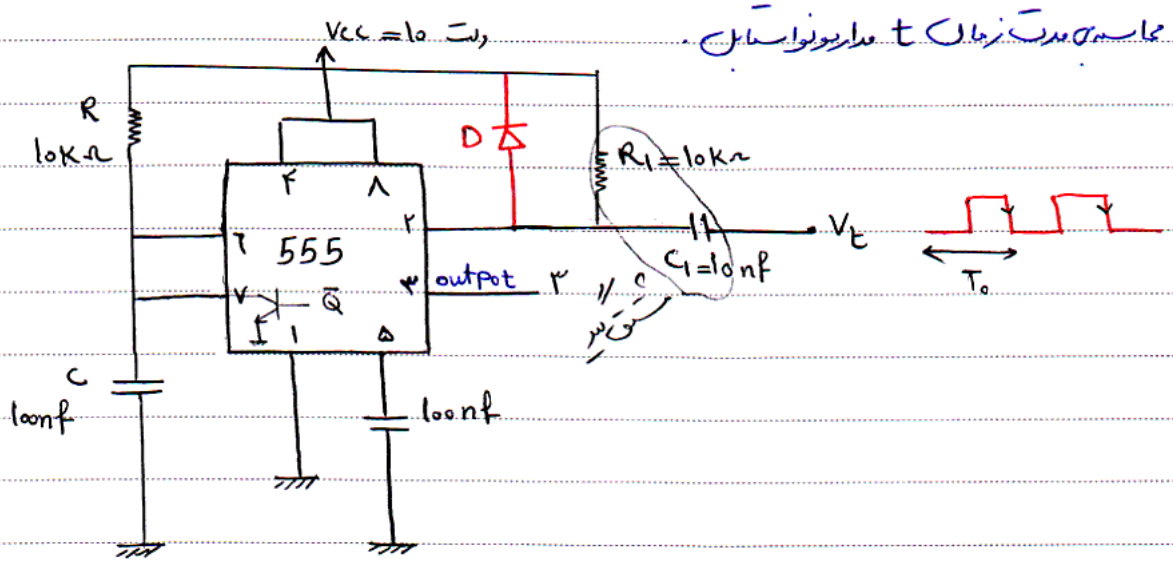
ولتاژی از بیرون V_{th}^+ را تغییر داد. اگر بخواهیم این پایه را به ولتاژی وصل کنیم باید آن را با خازن 10nf زمین کنیم.

(برای اینکه نویز وارد نشود) پایه ۵ زیاد کاربرد ندارد در مولتی ویبراتور.

مثال) در مدار شکل زیر مطلوبست:

الف) بررسی عملکرد مدار ب) رسم شکل موج‌های V_4 ، V_3 ، V_t.

ج) محاسبه مدت زمان t مدار یونوا ستابل.



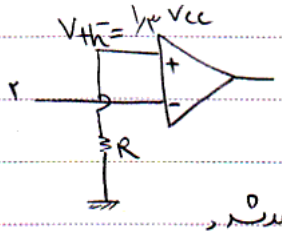
www.Prozheha.ir

در حالت دائمی بدون اعمال پالس خازن C1 به اتصال باز می‌رود بنابراین $V_4 = V_{CC}$ ، D: off

همزمان مقاومت R۲ برای خازن C هم اتصال باز می‌شود لذا $V_4 = V_{CC}$ ، بنابراین یک پالس

Reset به پایه ۴ اعمال شده و خازن C به Q1 وصل و اشباع شده و $V_o = low$ خواهد شد . $\bar{Q} = high$ ،

کلیدی بسته لذا در حالت دائمی $V_4 = 0$ است.



ابتدا به پایه ۲ یک پالس منفی با دامنه کمتر از $\frac{2}{3} V_{CC}$ اعمال شد ،

در لبه‌ی منفی پالس set به پایه ۳ اعمال شده و $V_o = V_{CC}$ خواهد شد ،

$\bar{Q} = low$ ، Q_1: off لذا ولتاژ خازن C می‌تواند با ثابت زمانی $\tau = RC$ شارژ شود و در حالت دائمی می‌خواهد

V_{CC} برسد اما در V_4 به $\frac{2}{3} V_{CC}$ برسد پالس Reset اعمال می‌شود و $V_o = low$ ، $\bar{Q} = high$ ،

Q_1 on و خازن C به فاصله کمی مهود و دستخوش پالس بعدی می‌باشد.

$$T \begin{cases} V_4(\infty) = V_{CC} \\ V_4(0) = 0 \\ V_4(T) = \frac{2}{3} V_{CC} \\ \tau = RC \end{cases} \longrightarrow \boxed{T \cong 1.1 RC} \longrightarrow$$

اشباع

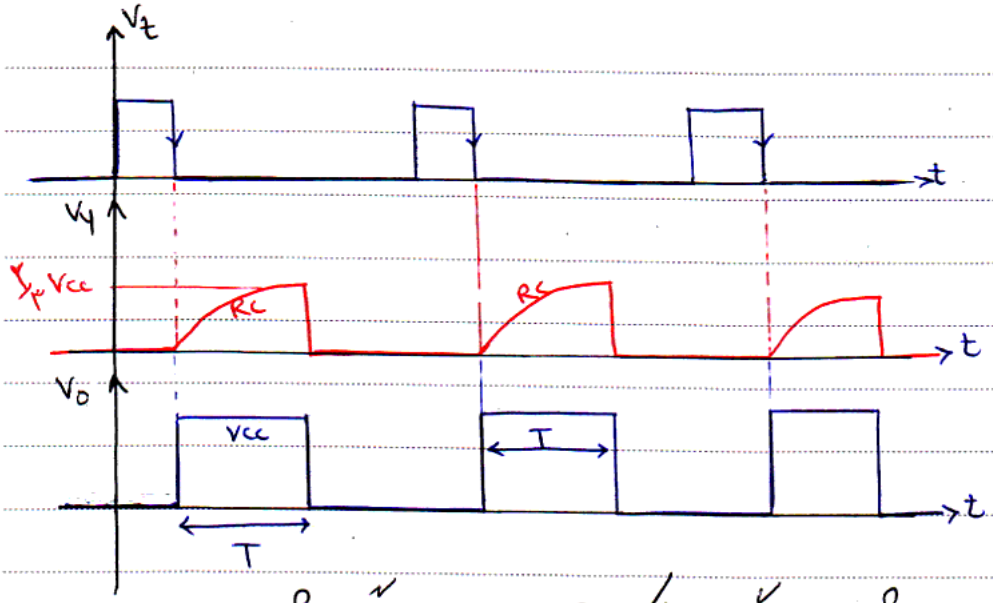
این رابطه دقیق است و باید حفظ شود.

این رابطه برای موج مستطیل

$= 1.1 \text{ msec}$

www.Prozheha.ir

۱۱۷



(ه

کاربرد ۵ : برای حذف لبه‌های مثبت یا منفی موج از اسیلوسکوپ یا ولتمتر Vcc از V_2 بزرگ‌تر شود.

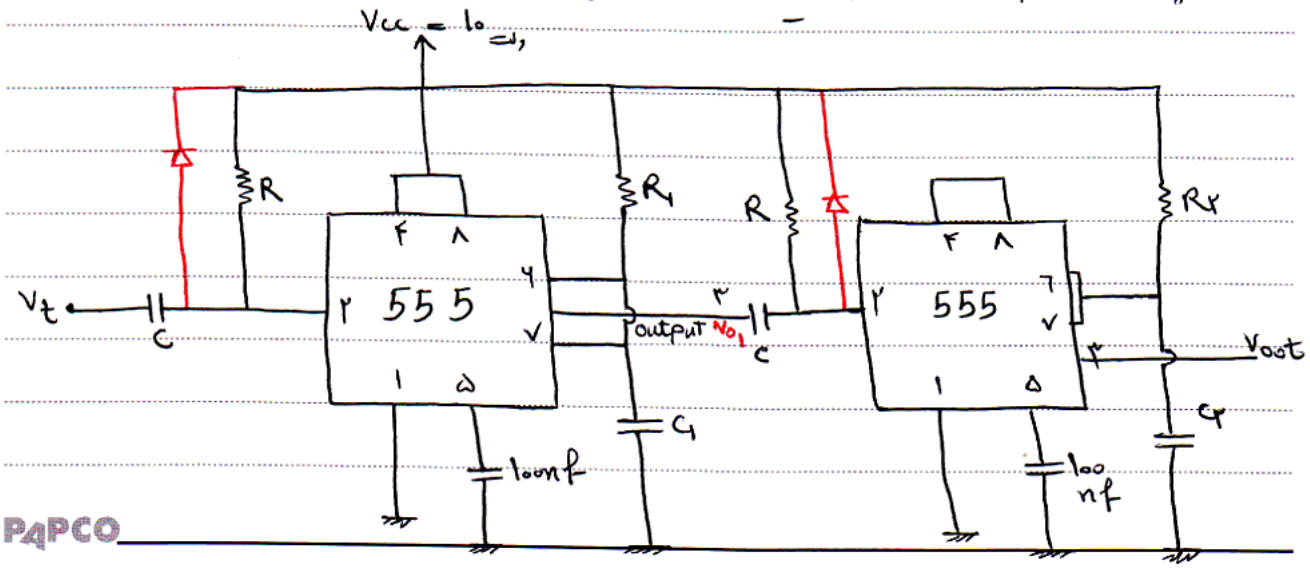
$$R_1C_1 = 100\,\mu sec < \frac{T_{omin}}{10} = \frac{T}{10} = 110\,\mu sec$$

ج) باید این مدار را بسازید و رابطه را بررسی کنید.

در این مدار مولتی‌ویبراتور برای ایجاد تأخیر زمانی در پالس‌های ورودی استفاده کرده‌ایم.

برای مشتق‌گیری (برای $R_1C_1 < \frac{T_{omin}}{10} = \frac{T}{10}$ و) باید $T_o > T$ باشد و $T_{omin} = T$ باشد.

در چند مدار مولتی‌ویبراتور استابل را که در سرهم‌بندی یک مدار تایمر بررسی انجام می‌شود.

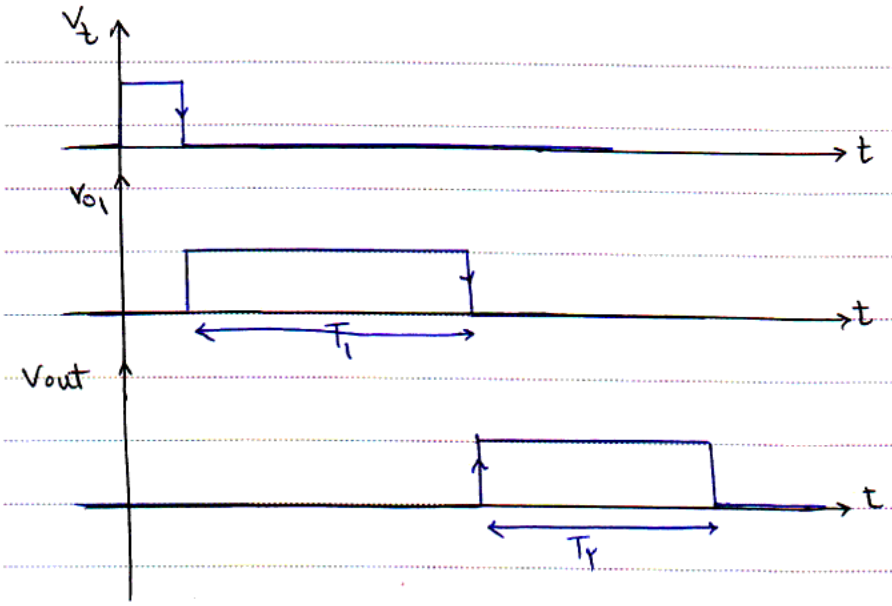


P4PCO

www.Prozheha.ir

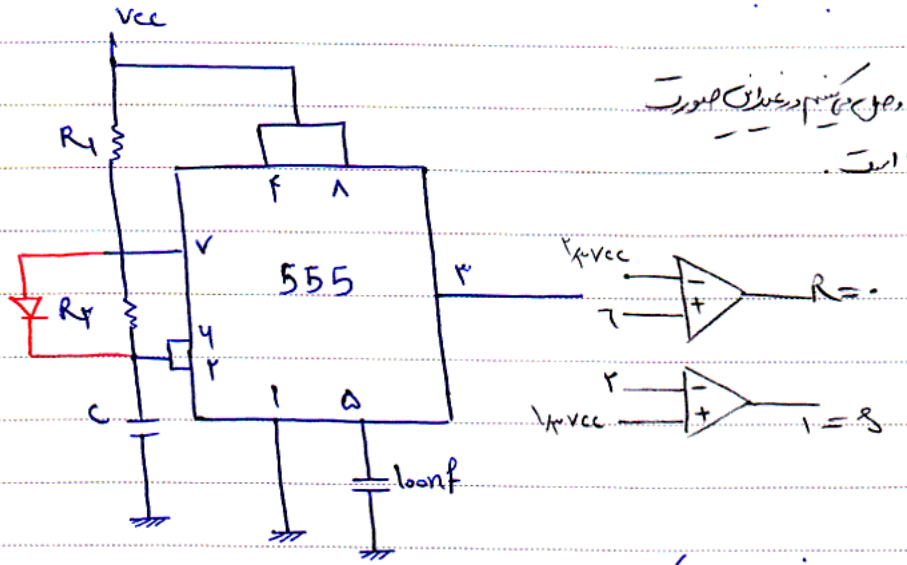
Subject :

Year . Month . Date . ( )



مدار آستابل :

شکل زیر یک مدار آستابل را با ۵۵۵ نشان می دهد .



همیشه خروجی برابر Vcc است .

همیشه ۴ و ۸ را هم وصل می کنیم در مدارات صورت

در لحظه ی روشن شدن Vcc خازن C اتصال کوتاه می شود . لذا

Q_1 : off شده ، $\bar{Q}$ = Low خواهد شد و در این حالت $V_o = V_{cc}$ یک پایدار ایجاد شده

و خازن C می تواند شارژ شود تا بالاخره زمانی $t = R_1 C$ در حالت دائمی می خواهد V_{cc} شود اما چیزی $\frac{2}{3} V_{cc}$

www.Prozheha.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

ریست پایین Reset به‌دا اعمال شده ، $V_o = low$ ، $\bar{Q}$: high ، Q_1 : on بنابراین بابت زمانی

$\tau_2 = R_2 C$ با خاموش شدن دیود در پایه‌ی ۷ تخلیه می‌شود و در حالت دائمی می‌خواهد به صورت پله‌ای به $\frac{1}{3}Vcc$ برسد.

ریست پایین Set اعمال می‌شود ، $V_o = Vcc$ ، $\bar{Q} = 0$ ، Q_1 خاموش و خازن شارژ می‌شود

$\tau_1 = R_1 C$ با دیود

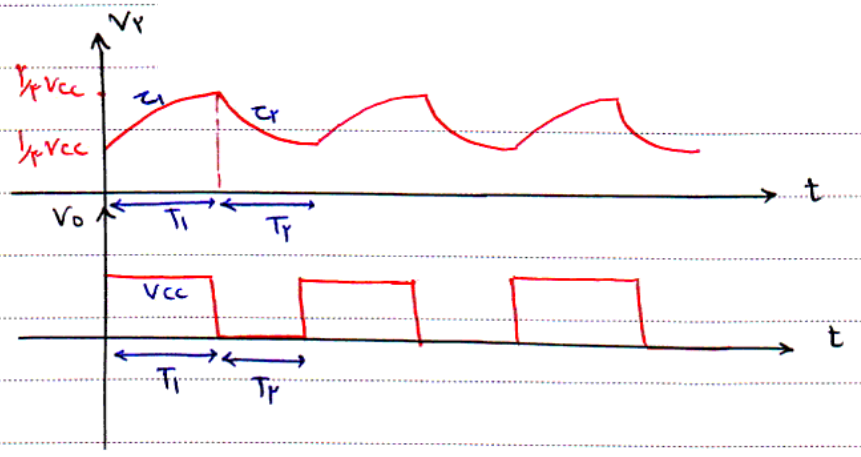
$\tau_1 = (R_1 + R_2).C$ بدون دیود $\tau_2 = R_2 C$ → هم با دیود هم بدون دیود

ورودی همین ریست.

$$T_1 : \begin{cases} V_1(\infty) = Vcc \\ V_2(0) = \frac{1}{3}Vcc \\ V_2(T_1) = \frac{2}{3}Vcc \end{cases} \longrightarrow \boxed{T_1 \simeq 0.693\,\tau_1}$$

این دو رابطه برای دانستن

$$T_2 : \begin{cases} V_2(\infty) = 0 \\ V_2(0) = \frac{2}{3}Vcc \\ V_2(T_2) = \frac{1}{3}Vcc \end{cases} \longrightarrow \boxed{T_2 = 0.693\,\tau_2}$$



www.Prozheha.ir

Subject:
Year. Month. Date. ( )

برای اینکه duty cycle حتماً دیود نداشت. = 50٪

بدون دیود D : $R_1 > R_2$ پس $T_1 > T_2$ است و duty cycle > 50٪ است.

زمان شارژ بزرگتر از زمان دشارژ است.

با وجود دیود D می‌توان $\begin{cases} T_1 = T_2 \\ R_1 = R_2 \end{cases}$ انتخاب کرد و duty cycle = 50٪ می‌شود.

$R_1 < R_2$ انتخاب کرد و duty cycle < 50٪ می‌شود.
$T_1 < T_2$

فرکانس نوسان خروجی $\begin{cases} T_0 = T_1 + T_2 \\ f_0 = \frac{1}{T_0} \end{cases}$

مثال) مداری رسم کنید که duty cycle = 50٪ , $f_0 = 1\,KHZ$ فرکانس نوسان.

$T_0 = \frac{1}{f_0} = 1 m sec$ دو تا استابل نیست چون دو تا استابل نوسان نمی‌کند و ایجاد زمان نوسان دائم.

چون $T_1 = T_2 = 0.5\, m sec$

(d.c) duty cycle = 50٪ $T_1 = T_2 = 0.693\, R_1 C = 0.5\, m sec$

$C = 10\,nf \rightarrow$ انتخاب می‌شود $\Longrightarrow R_1 = R_2 = 72\,K\Omega \simeq 68\,K\Omega$ R_1 و R_2 باید مقدار بازاری شوند.

مثال) مداری رسم کنید که در مدت زمان 10m sec یک سری با فرکانس 10KHZ تولید کند؟ (از دو عدد 555 برای

تذکر) از یک مونو استابل و یک آستابل استفاده می‌کنیم چون نمی‌خواهیم تا بی‌نهایت نوسان کند فقط در 10m sec نوسان کند.

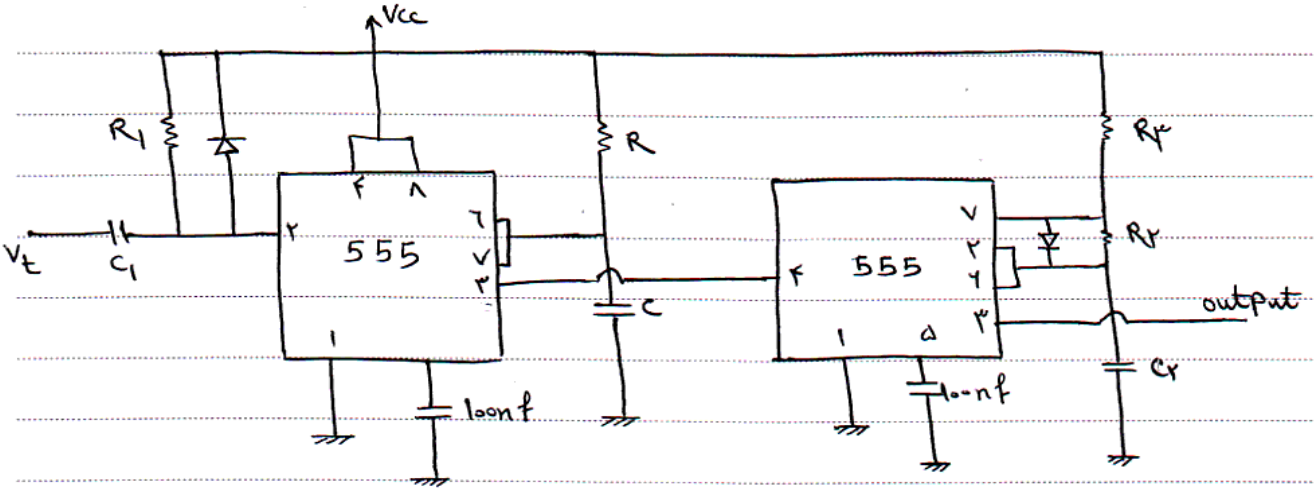
duty cycle = 50٪

PqPCO

www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )



duty cycle = 50 %

مونواستبل $T = 1.1\,RC = 10\,msec$

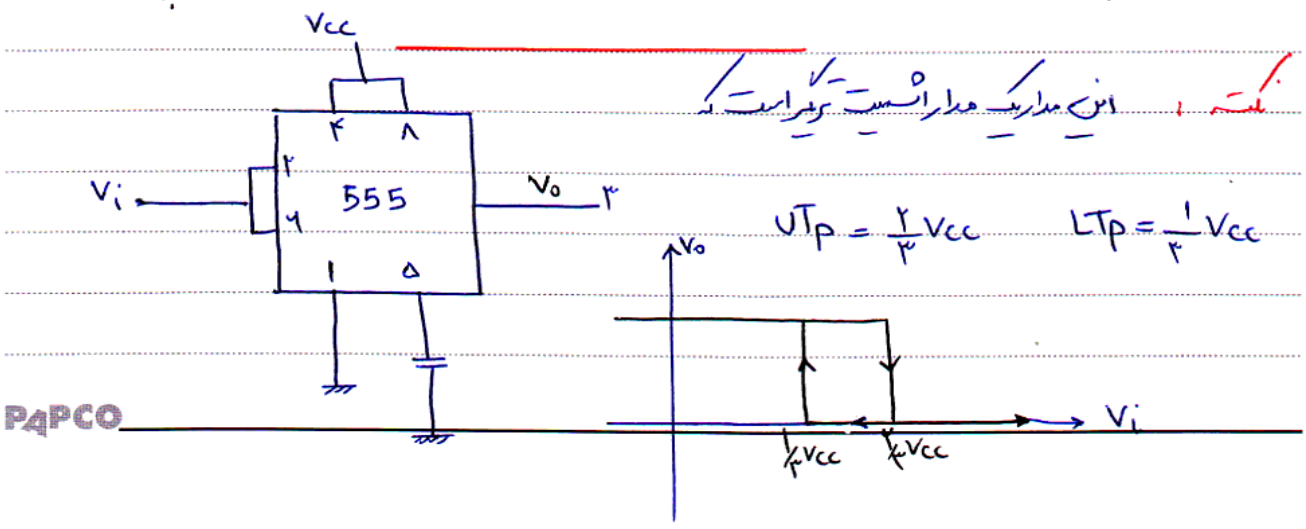
انتخاب $C = 100\,nf \longrightarrow R = 90\,K\Omega$ هر C انتخاب از.

$R_1C_1 < \frac{T_{min}}{10} = \frac{T}{10}$ $R_1C_1 < \frac{T}{10} = \frac{10}{10} = 1\,msec$ برای مشتق گیر

انتخاب $C_1 = 100\,nf \longrightarrow R_1 = 8.2\,K\Omega$

$T_1 = T_2 = \frac{T_0}{2} = \frac{1\,msec}{2} = 0.5\,msec = 0.693\,R_2C_2$ انتخاب $\longrightarrow C_2 = 10\,nf \longrightarrow$

$R_2 = 7.2\,K\Omega = R_3$ d.c = 50 %



نکته : این مدار یک مدار اشمیت تریگر اینورتر است.

P4PCO

www.Prozheha.ir

Subject :

Year . Month . Date . ( )

اگر ورودی کم باشد یک پایین Reset بدار اعمال می‌شود خروجی برابر یک می‌رود اما اگر ورودی را زیاد کنیم تا $\frac{2}{3}Vcc$ یک پایین Reset اعمال می‌شود و خروجی برابر صفر می‌شود.

www.Prozheha.ir