تکنیک پالس

(بخش دوم)

استاد سادات نوری

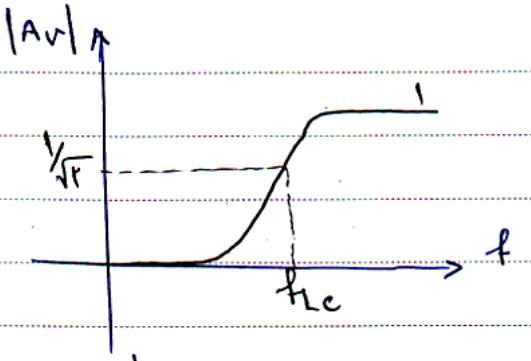
تهیه و تنظیم :

www.tbi-net.com

Subject:

Year. Month. Date. ( )

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

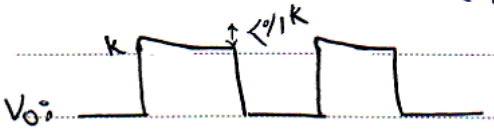


$$|H(j2\pi f_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} |H(j2\pi f)|_{max} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1$$

حالت اول) اعوجاج نمی دارم تغییرات دامنه کمتر از ۱۰٪.

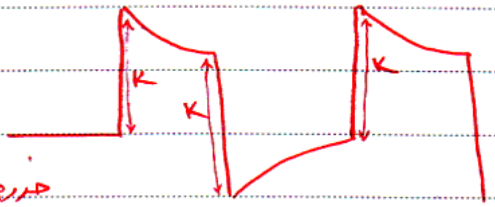
$$\begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(0^+) = K \\ \tau = Rc \end{cases} \longrightarrow V_o(t) = 0 + (K - 0)\, e^{-t/Rc}$$

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



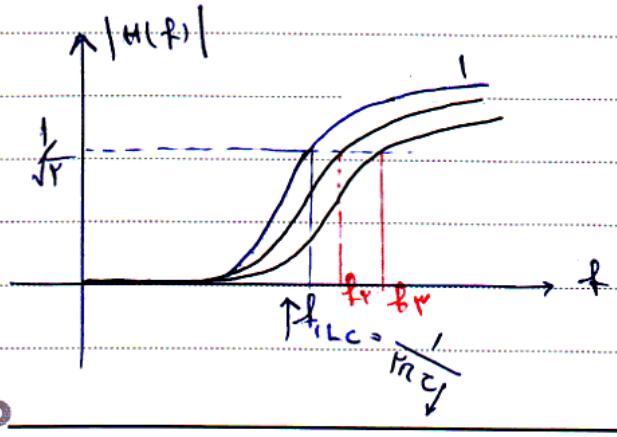
حالت دوم: اعوجاج نمی دارم و پالس در مدت زمان t_p مقداری نمی خود (صفر) نمی رسد.

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 دارم.

P4PCO

www.tbi-net.com

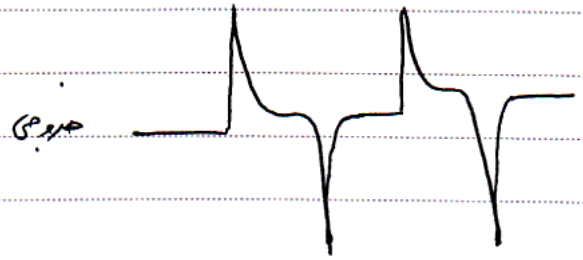
Subject:

Year. Month. Date. ( )

برای پایین اعوجاج نیم $f_{Lc} \leq 2F_H$

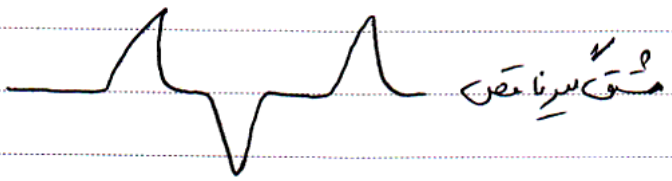
$$\frac{1}{2\pi\tau} \leq \frac{2}{2\min(t_r, t_f)} \rightarrow \tau \geq \frac{\min(t_r, t_f)}{2\pi}$$

$$\frac{t_r}{2\pi} \leq \tau \leq \frac{t_p}{5} \rightarrow$$ مدار مولد موج نوعی شکل کامل / شکل برش کامل

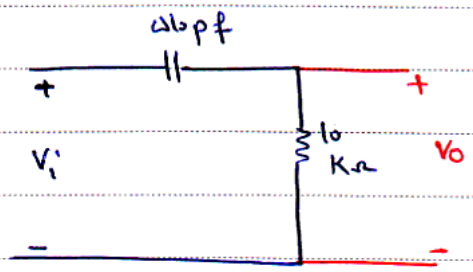


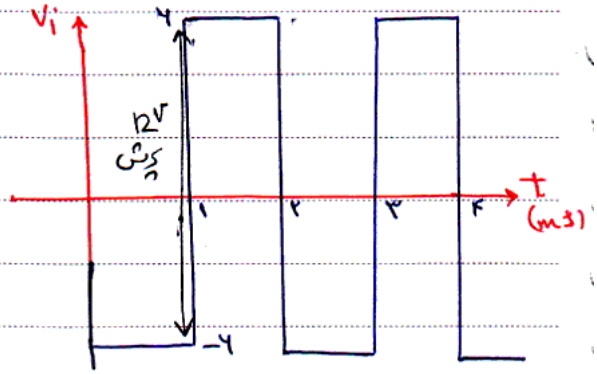
حالت چهارم: اعوجاج کمی داریم و پایین در مدت زمان t_p مقداریابی خروجی بعد از اعوجاج نیم هم داریم.

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



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





$t_r = t_f = ..$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\tau = RC = 510\ pf \cdot 10\ K\Omega = 5/1\ \mu sec$

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

سنزی شکل کامل

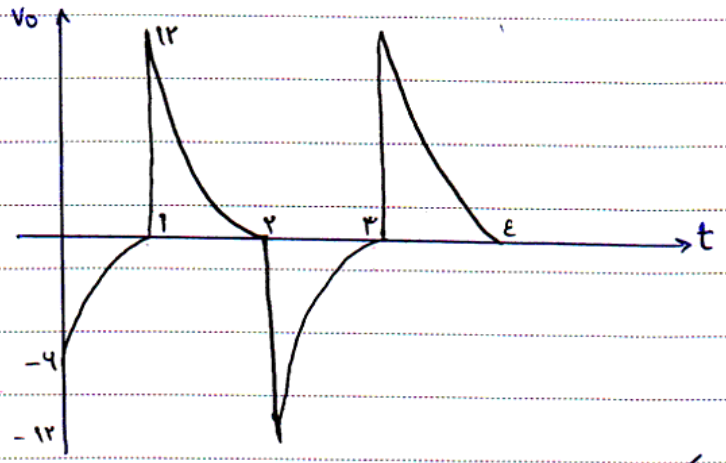
$0 < t < 1\ ms \longrightarrow \begin{cases} V_o(\infty) = 0 \\ V_o(0^+) = -4 \end{cases}$

$V_o(t) = -4e^{-t/\tau}$ $\quad V_o(1ms) = -4e^{-1ms/5/1\mu s \simeq 0}$ $\quad = -4e^{-194} \simeq 0$

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

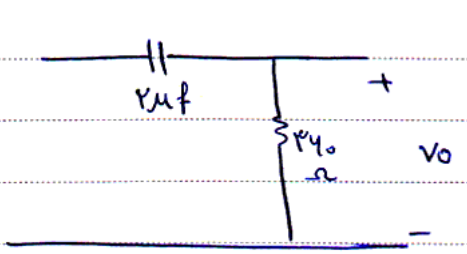
مقدار قبلی + پرش

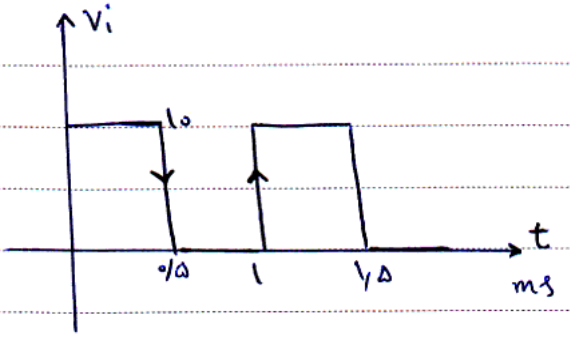
$V_o(t) = 0 + 12e^{-\frac{t-1}{\tau}}$ $\longrightarrow V_o(2ms) = 12e^{-1/\tau\ ms} \simeq 0$



مثال) شکل موج ولتاژ خروجی را رسم کنید.

www.tbi-net.com





$t_r = t_f = 0/5\ ns$

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

$\frac{tp}{5} < \tau < 10tp$ حالت دوم

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

خود می‌رسد.

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

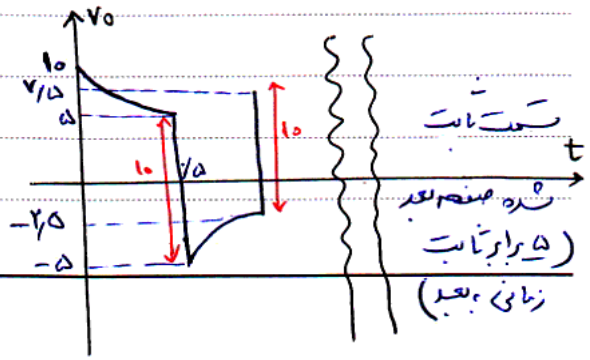
$V_o(0/5ms) = 10e^{-0/5/0/94} = +5$ ولت

برای زمان منفی حساب می‌کنیم برای زمان مثبت

$\begin{cases} V_o(0/5^+ ms) = 5 - 10 = -5 \text{ ولت} \\ V_o(\infty) = 0 \end{cases}$ پاسخ را از پاسخ کم می‌کنیم (۱۰) خون و تا زمان پاسخ نداریم (بستگی به جهت پاسخ اهمیت دارد)

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

$V_o(1^+ ms) = -2/5 + 10 = 7/5$ ولت



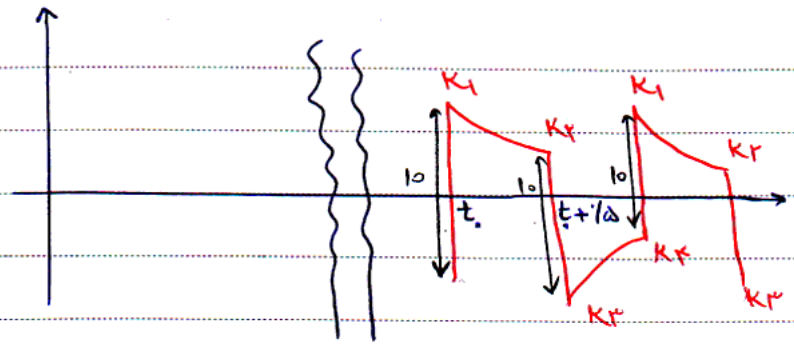
PqPCO

www.tbi-net.com

۳۰

Subject:

Year. Month. Date. ( )



$t_0 < t < t_0 + 0.5$ ms : K بازه

$$\begin{cases} v_0(\infty) = 0 \\ v_0(t_0^+) = K_1 \end{cases} \longrightarrow v_0(t) = K_1 e^{-\frac{(t-t_0)}{2}}$$

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

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

$t_1 < t < t_1 + 0.5$

$$\begin{cases} v_0(\infty) = 0 \\ v_0(t_1^+) = K_3 \end{cases} \Longrightarrow v_0(t) = K_3 e^{-\frac{(t-t_1)}{2}}$$

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

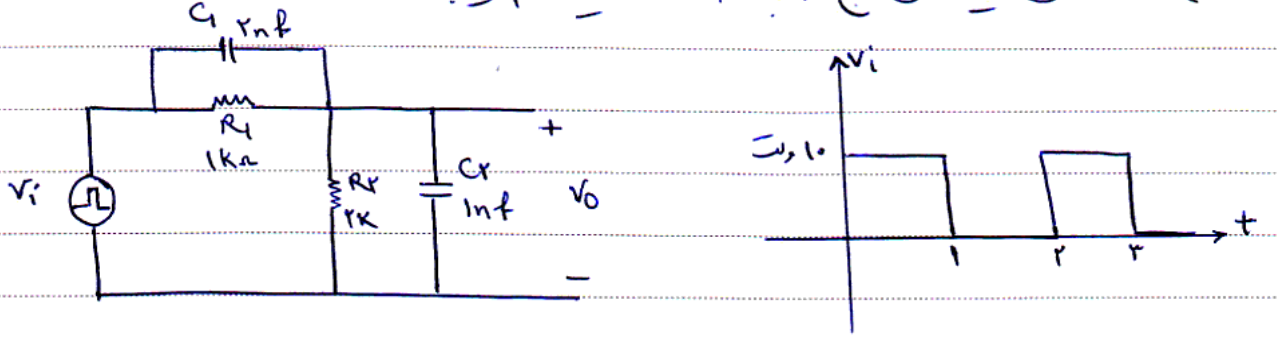
$$\begin{cases} K_1 = \frac{20}{3} \text{ V} \\ K_2 = 10/3 \text{ V} \\ K_3 = -5/3 \text{ V} \\ K_4 = -10/3 \text{ V} \end{cases}$$

Subject :

Year . Month . Date . ( )

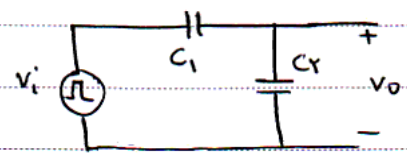
مسئله نیز ناقص حل نیست.

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



حل)

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



$t=0^+$

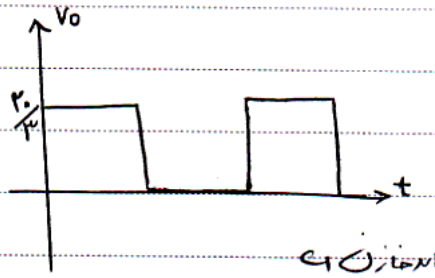
$V_o(0^+) = \frac{C_1}{C_1+C_2} V_i = \frac{2}{1+2} \times 10 = \frac{20}{3}$ ولت ← مقسم خازنی

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

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

مقداری $V_o(t) = 2\frac{2}{3}$ ولت

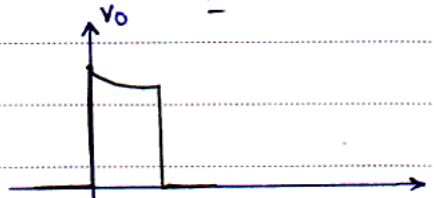
تا کی؟ $0 < t < 1ms$



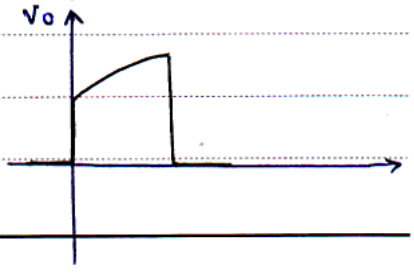
برای اینکه انرژی ذخیره‌شده خازن C_2 از بین نرود تا به خازن C_1 راه‌اولی در مدار برسد تا رابطه‌ی روبرو برقرار شود.

شرط بدانستن اعوجاج نیز: $R_1C_1 = R_2C_2$ ←

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



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

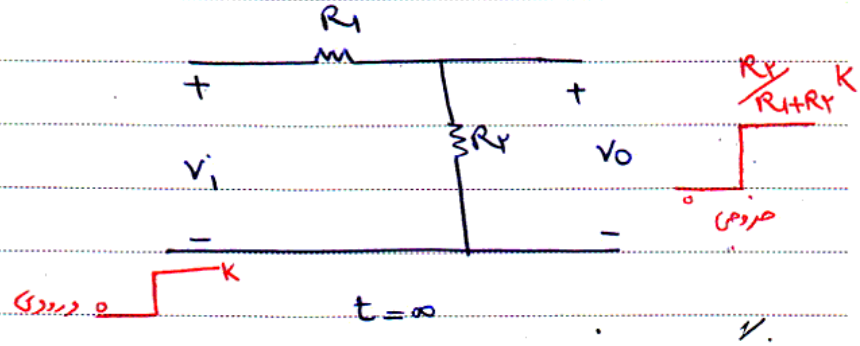


P4PCO

www.tbi-net.com

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

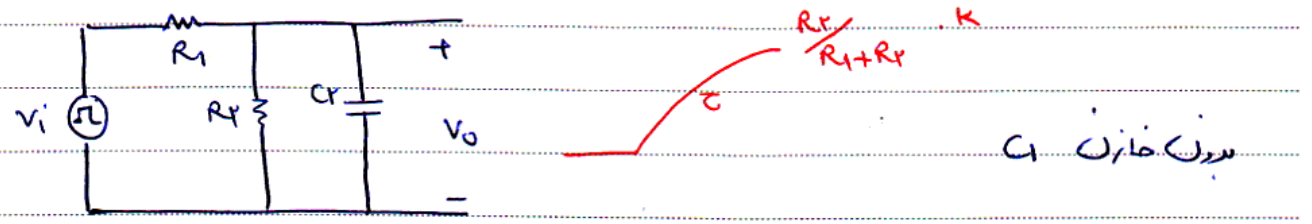
مقدار طراحی شده برای خازن C_1 جهت حذف اثرات بارگذاری خازن C_2



اثر بارگذاری خازن C_2 :

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

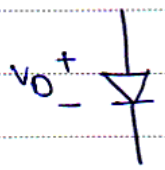
۲) بدون تاثیر بر روی دامنه ولتاژ نهایی $V_o(\infty) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i$



بدون خازن C_1

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

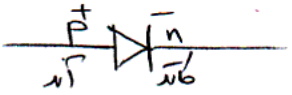
دیود (Diode) : نمایش مدار و رابطه جریان ـ ولتاژ به صورت زیر می باشد :



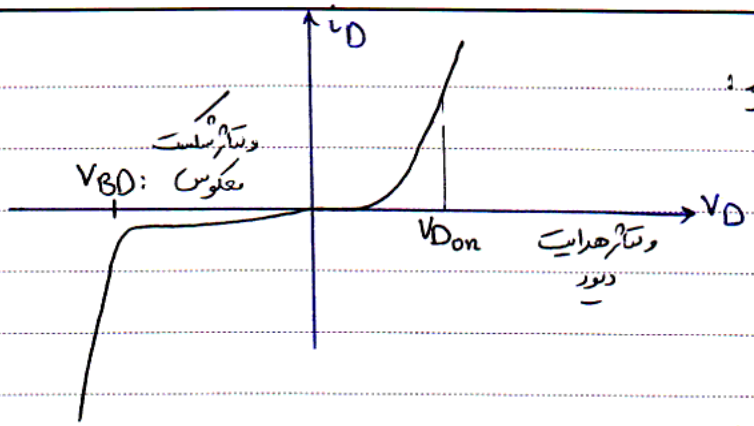
$$i_D = I_S \left(e^{V_D / \eta V_T} - 1 \right) \qquad 1 < \eta < 2$$

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

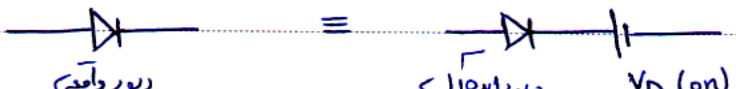
I_S : جریان اشباع معکوس دیود یا نیمه هادی p ـ n

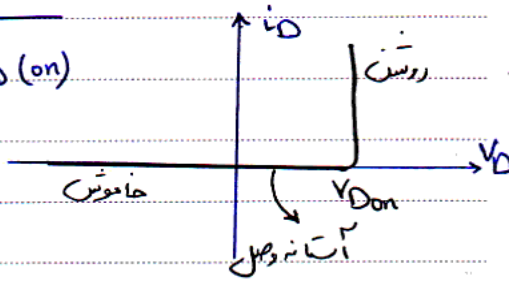


مشخصه ی واقعی یک دیود :

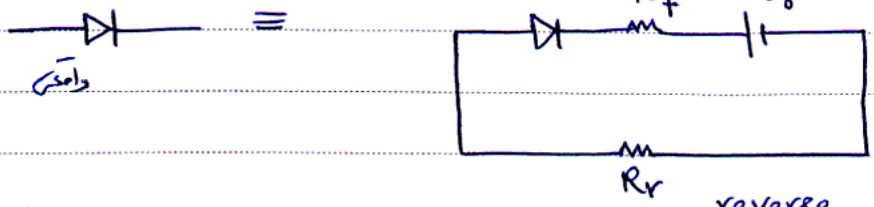


۱) مدل دیود با ولتاژ آستانه :





۲) نمایش پاره خطی رابطه جریان ـ ولتاژ دیود

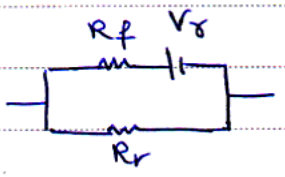


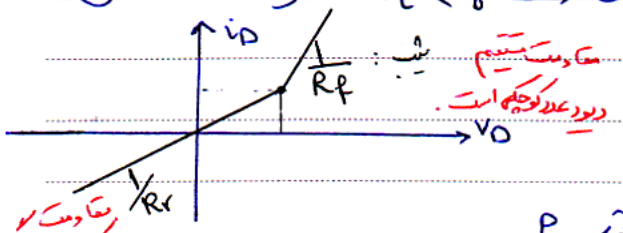
هنگامیکه دیود روشن

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

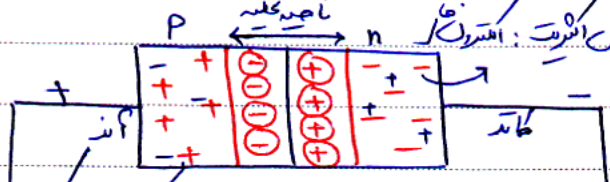
اگر $V_i < V_\gamma \rightarrow D_{ideal}$: off

reverse





* دیودهای یکپارچه و مدارهای ترکیبی با این مدت با بردن سرعت قطع و وصل نمودن است.



ولتاژ بایاس یک نیمه p-n :

Si ← ۰/۷ ولت

Ge : ۰/۳ ولت

V_f

PdPCO

www.tbi-net.com

* برای روشن شدن یک ریبوت:

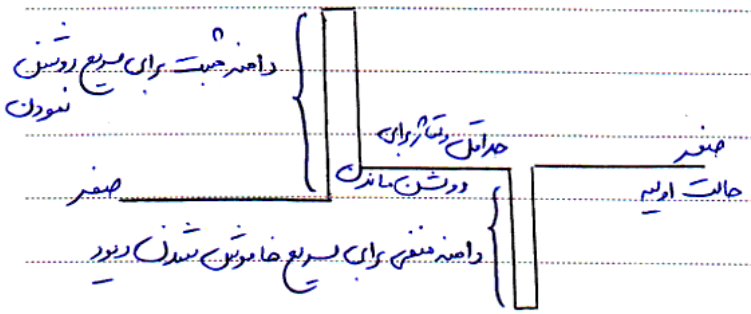
ولتاژ مثبتی به نیمه هادی نوع p (آنود) اعمال می‌شود. در این حالت حفره های نیمه هادی p (حامل اکثریت آن) به سمت ناحیه تخلیه دفع شده و ضمن برخورد با ناحیه تخلیه، عرض آن (W) کم می‌شود و بنابراین ریبوت روشن خواهد شد.

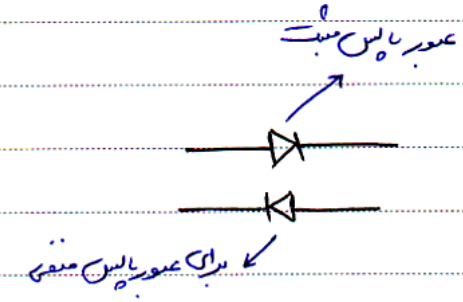
هرگاه ولتاژ اعمالی به ریبوت بزرگ‌تر باشد سرعت روشن شدن ریبوت بالاتر می‌رود.

۱) برای افزایش سرعت ریبوت، 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 ریبوت،

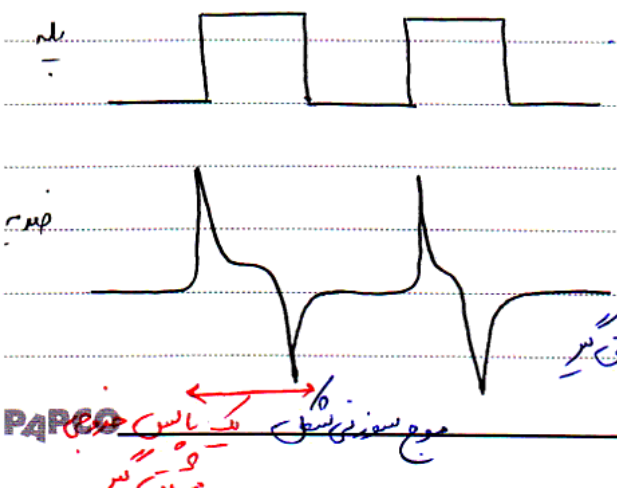
باید این بارهای اضافی از تخلیه خارج شوند و ریبوت به حالت اولیه خود برگردد پس با اعمال ولتاژ منفی خاموش خواهد شد.





* اما مانیتورهای آزمایشگاهی پالس های مربعی تولید می‌کنند.

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



* مستقل پالس خروجی است.

PqPCO

www.tbi-net.com

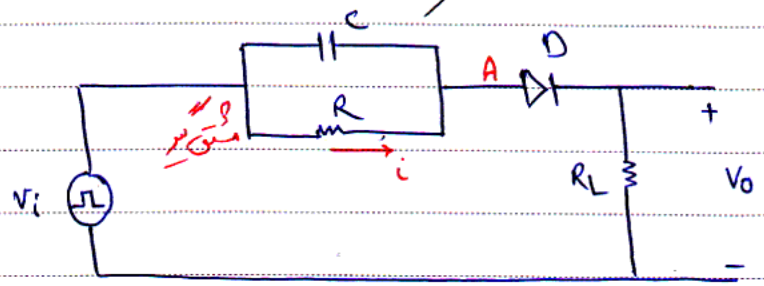
Subject:

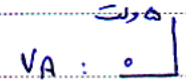
Year. Month. Date. ( )

وقتی که دیود روشن باشد مقاومتی، خازن C می‌بیند: $R \| R_L$ است.

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

بنابراین مداری که استفاده می‌شود:





اگر $V_i = ۵$ ولت ← خازن اتصال کوتاه ← $V_A = ۵$ ولت

در لحظه‌ی صفر

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.

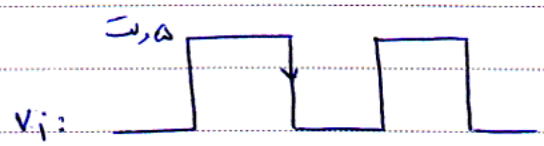
R : مقاومت محدود کننده جریان دیود

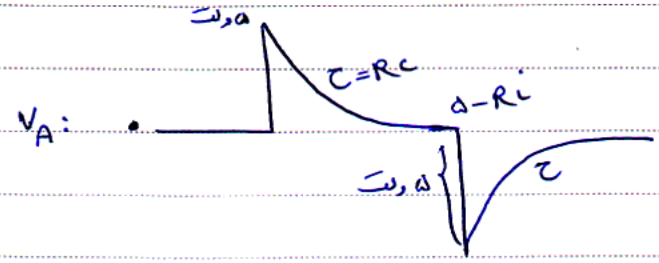
$\tau = RC$ ثابت زمانی

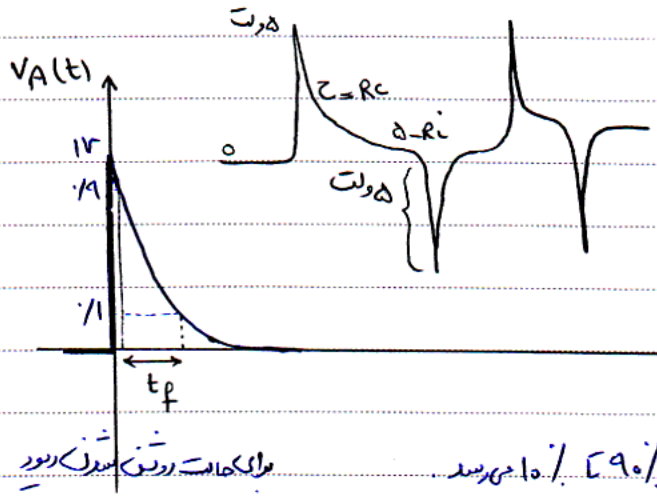
خازن مدار باز می‌شود.

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

رسیدن و تخلیه شدن خازن C







محاسبه‌ی خازن با بالا بردن سرعت:

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

برای حالت روشن شدن دیود

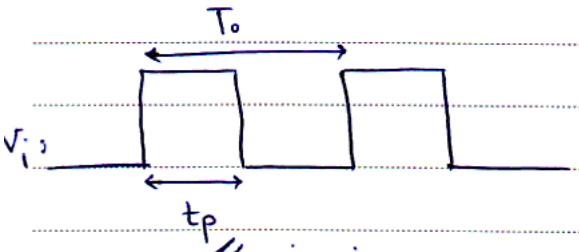
www.tbi-net.com

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 پالس های :

مدت زمان خاموش شدن در پالس $T_0 = t_p$ است.

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

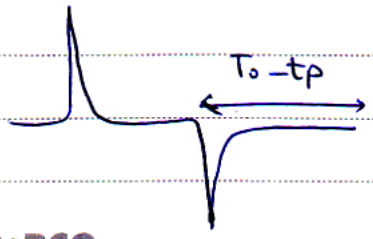
مقادیر پهنای پالس

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

یعنی $5RC < T_0 - t_p \longrightarrow (2)$ $\boxed{C < \frac{T_0 - t_p}{5R}}$

$$(1),(2) \longrightarrow \boxed{\frac{t_{on}}{2.3\,(R\|R_L)} < C < \frac{T_0 - t_p}{5R}} \Rightarrow$$ خازن با بازه سرعت

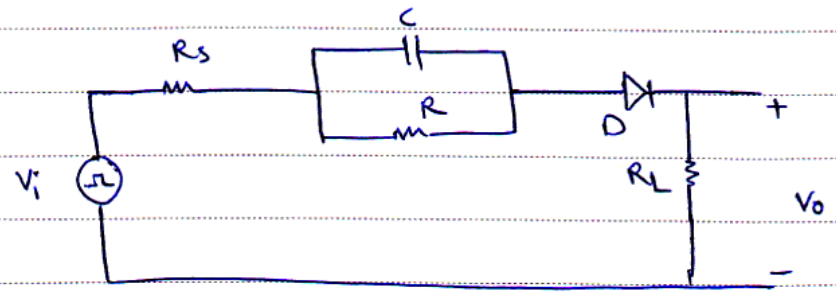
T_0 : دوره تناوب و روی از روی فرکانس به دست می‌آید.



t_p : عرض پالس از روی duty cycle به دست می‌آید.

www.tbi-net.com

به عنوان مثال



$$\frac{t_{on}}{(R \| (R_s + R_L))} < C < \frac{T_o - t_p}{\omega R} \qquad t_f = t_2 - t_1 = 2.2\,\tau_{on}$$

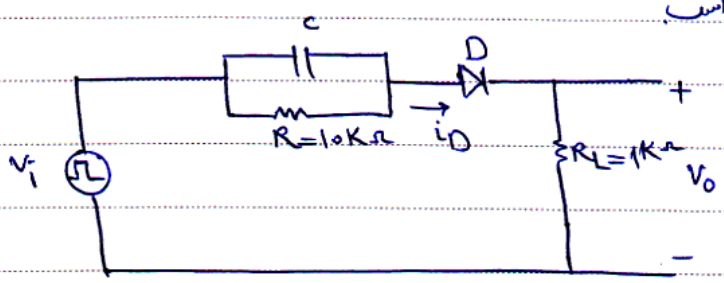
$2.3 = \frac{2.2}{\text{دهم تر}}$

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

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

مثال) در مدار سئل زیر حداکثر و حداقل مقدار خازن، شکل حالی i_d و V_O را به ازای ورودی آورید.

$t_{on} = 20\,nsec$ باشد. و طاس قطع و وصل شدن دیود 15 kpps (ورودی) باشد. ورودی بین صفر تا 5 ولت تغییر می‌کند 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.tbi-net.com

$$\begin{cases} \text{duty cycle} = \dfrac{t_p}{T_0} = \%۵ \longrightarrow t_p = \dfrac{1}{۲۰۰۰۰}\ \text{sec} \\ T_0 - t_p = \dfrac{1}{۲۰۰۰۰}\ \text{sec} \end{cases}$$

در زمان $t=0$ ← خازن اتصال کوتاه می‌شود ← $i_D(0) = \dfrac{V_i - V_D}{R_L} = \dfrac{۵ - \%۷}{۱K} = ۴,۳\ mA$

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

$$\frac{t_{on}}{۲,۳(R\|R_L)} < C < \frac{T_0 - t_p}{۵R}$$

$$\longrightarrow \quad ۱۰\,pf < C < ۴۴۴,۴\,pf$$

مقدار مناسبی است هم سریع روشن می‌شود $C = \%۱\,nf$ را انتخاب کنید ← $C = ۱۰۰pf$ استاندارد است
هم سریع خاموش می‌شود (مقدار خازن باید استاندارد باشد.)

$$i_D(\infty) = \frac{V - V_D}{R + R_L} = \frac{۵ - \%۷}{۱۱} = \%۳۹\ mA$$

خازن مدار باز

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

$$\%۳۹ + (۴,۳ - \%۳۹)\, e^{-t/۹۰,۹\ n\text{sec}}$$

$$i_D(t_p) = \%۳۹\ mA$$

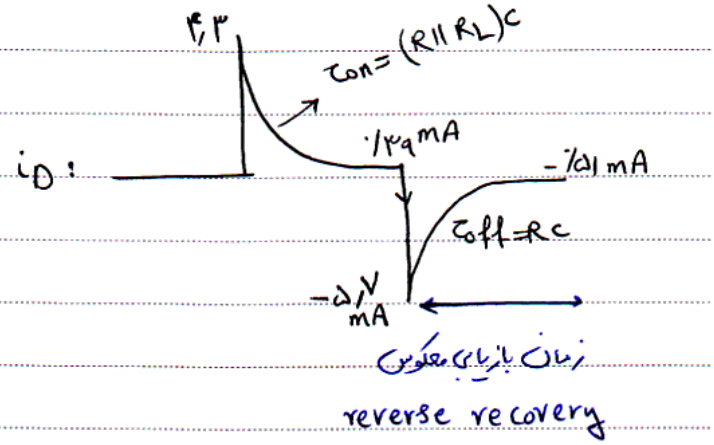
$$i_D = \frac{V_i - V_0}{R_L} = \frac{-۵ - \%۷}{۱K} = \frac{-۵,۷}{۱} = -۵,۷\ mA$$

همان روابط روشن بودن دیود منتها این بار با $-۵V$.

www.tbi-net.com

$i_D(t)$ در حالت خاموش شدن دیود

$$i_D(\infty) = \frac{V_i - 7V}{R+R_L} = \frac{-5 - 0.7}{11} = -0.51\ mA$$



زمان بازیابی معکوس

reverse recovery

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

$i_D(\infty)$ روشن بودن دیود

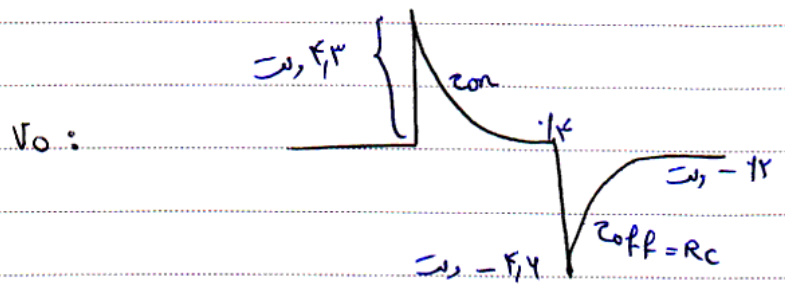
$V_o(\infty) = V - V_D - R(I_D) = 5 - 0.7 - 10^{k\Omega} \times 0.49^{mA} = 0.4$ ولت

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

$V_o(t_p^+) = 0.4 - 5 = -4.6$ 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.tbi-net.com

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 $i_B = 0$ $i_C = 0$

$V_{CE} = V_{CC}$

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

$|V_{BE}| < 0$

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

Subject :

Year . Month . Date . ( )

۳) ناحیه اشباع (sat)

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

$i_B > 0$

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

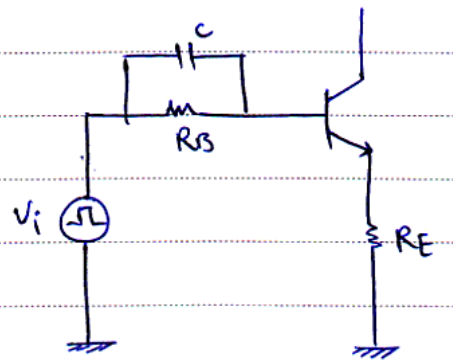
$V_{BE} \approx V_{CE\,sat} \approx 0$ ولت

پیوند طلوب امیتر اتصال کوتاه

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

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

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

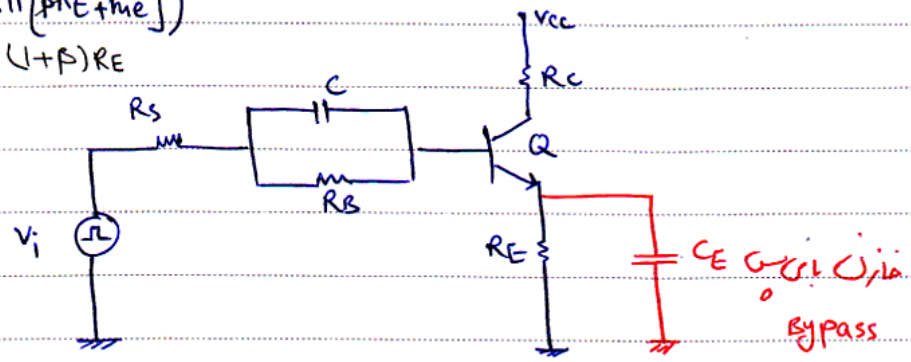


$i_c < h_{fe} i_B$

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

$(1+\beta) R_E$

پیوند طلوب امیتر اتصال کوتاه



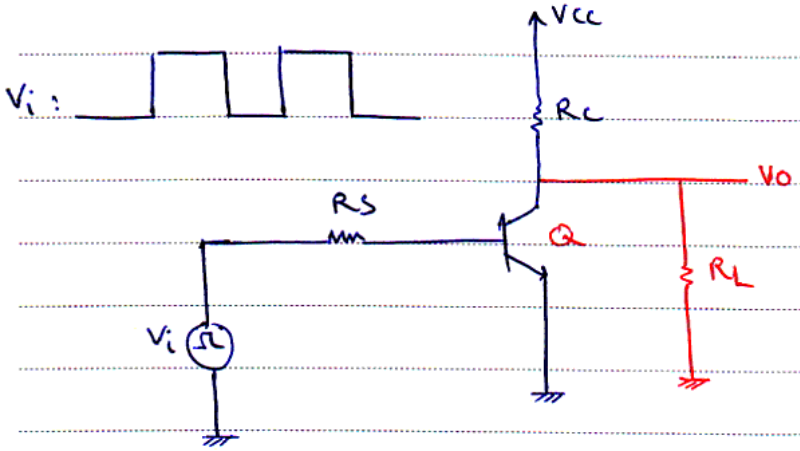
www.tbi-net.com

اگر CE نباشد $\rightarrow \frac{t_{on}}{2.2 R_B \| (R_S + R_E(1+\beta) + h_{ie})} < c < \frac{T_0 - t_p}{0.8 R_B}$

اگر CE باشد $\rightarrow \frac{t_{on}}{2.2 (R_B \| [h_{ie} + R_S])} < c < \frac{T_0 - t_p}{0.8 R_B}$

اثرات بارگذاری در ترانزیستور:

۱) بارگذاری مقاومتی



مدار سوئیچ ترانزیستوری با بار مقاومتی

$V_o = V_{CEsat} \approx 0$ به خاطر این است که

شرط CE مدار باز

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

RL نباشد

با توجه به ۳ حالت ذکر شده در صفحه ی قبل

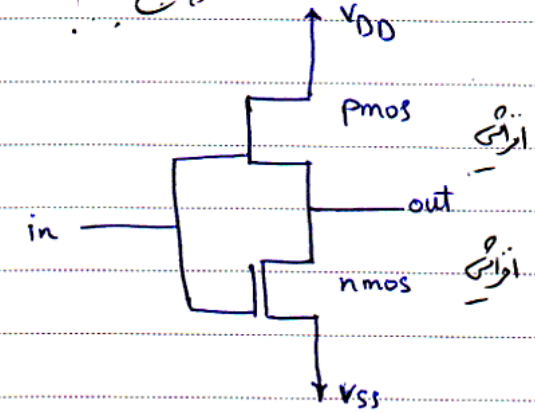
اگر V_i = high $\rightarrow$ Q: on $\rightarrow$ $V_o = V_{o\,sat} \approx 0$

NOT گیت

npn با

اشباع

اشباع؟ چرا اشباع؟!!



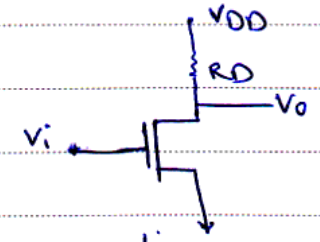
نکته: معمولاً گیت های NOT را به این صورت می سازند:

اولی ... $\rightarrow$ cmos نامیده می شود

اولی

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

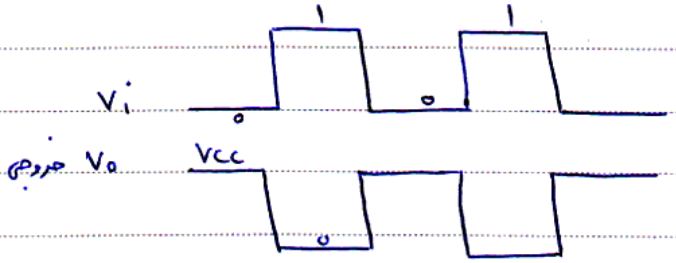
اگر $V_i =$ high $\longrightarrow$ pmos : off , nmos : on $\longrightarrow V_o = V_{SS}$



nmos ترانزیستور با سطح ایده‌آل

only

ادامه ...

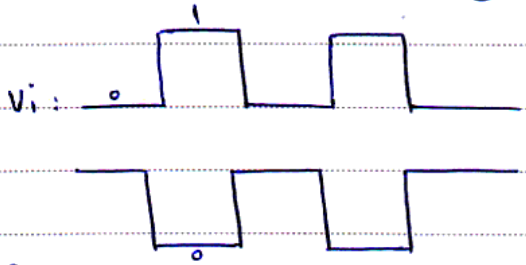


ورودی مکعبی است.

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

اگر $V_i =$ high $\longrightarrow$ Q : on $\longrightarrow V_o = V_{CE\,sat}$ ≈ ۰

ترانزیستور اشباع



دامنه خروجی تابع مقاومت بار خروجی است.

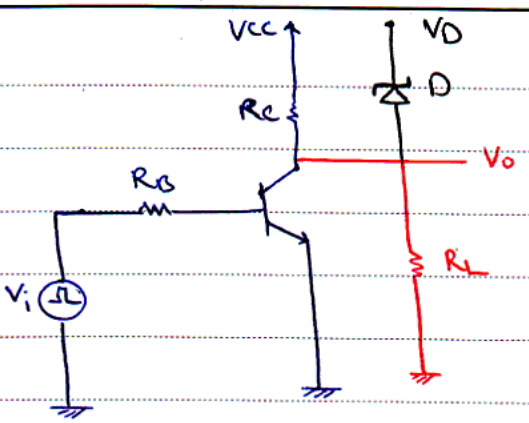
$V_o : \frac{R_L}{R_C + R_L} V_{CC}$

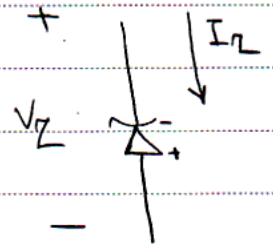
(یک عیب بزرگ مدار)

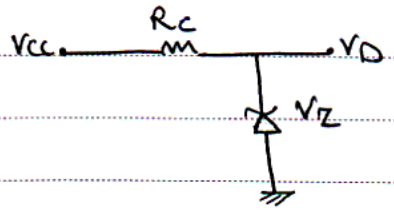
www.tbi-net.com

Subject :

Year . Month . Date . ( )





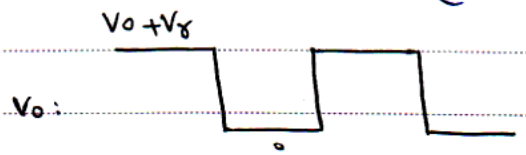


VD : از یک دیود زنر و مقاومت استفاده می‌گردد.

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



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

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

مسیر قبل از بازخوانی اشباع کامل نیز وجود است (اشباع نرم آورده)

از بازخوانی یک مسیر صحبت می‌شود.

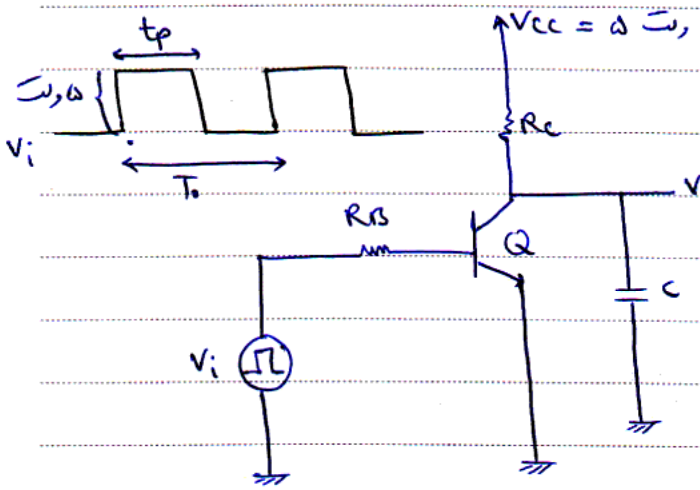
حتماً باید $R_L > R_{Lmin}$ باشد تا $V_o = V_D + V_\gamma$ شود و ثابت بردد.

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

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

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

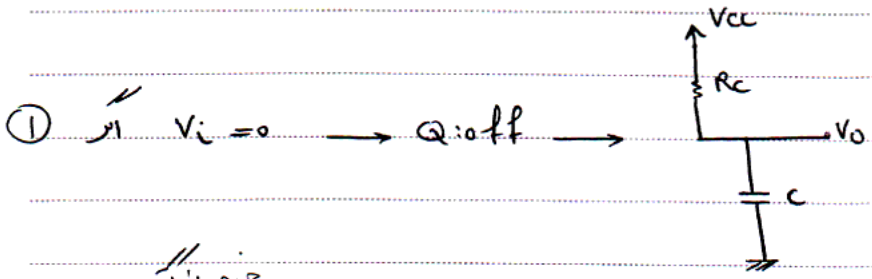
لذا به ازای هر مقاومتی جواب می‌دهد. $R_L > 0$



ایرادات بازندارک 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 $t_r = 2.2\,\tau = 2.2\,R_c \cdot C \gg t_f$

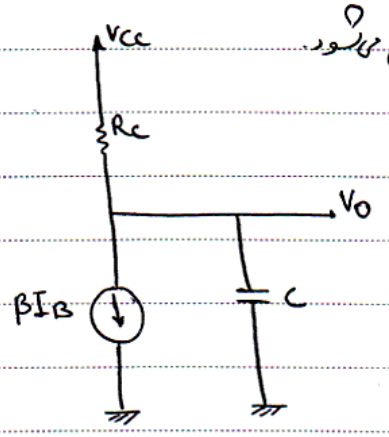
② اگر $V_i =$ ۵ ولت $\rightarrow Q: on \rightarrow$ ترانزیستور در ابتدا در حالت فعال است اما سرعت خازن

C در ترانزیستور تخلیه شده و نهایتاً Q اشباع خواهد شد. بعد از اشباع شدن Q خروجی به مقدار صفر رسیده و ثابت می‌ماند.

PdPCO

www.tbi-net.com

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 می شود و از مدار خارج می شود.

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

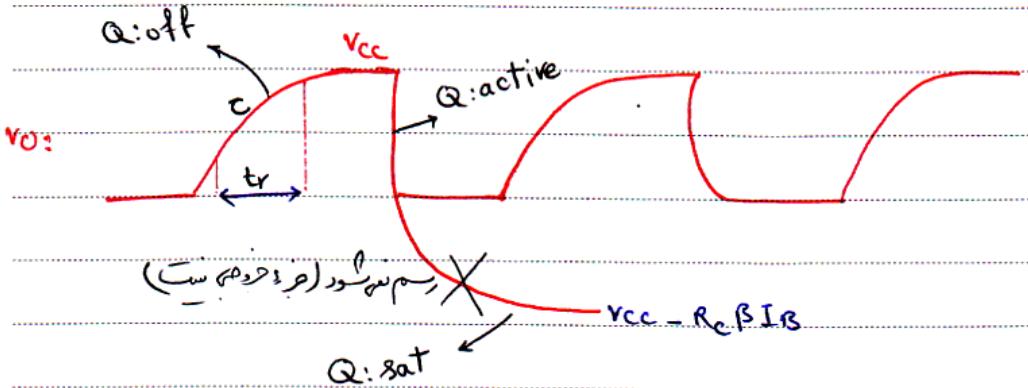
$$V_o(\infty) = V_{cc} - R_c I_c = V_{cc} - R_c \beta I_B < 0$$

Q : اشباع شده است.

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

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

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



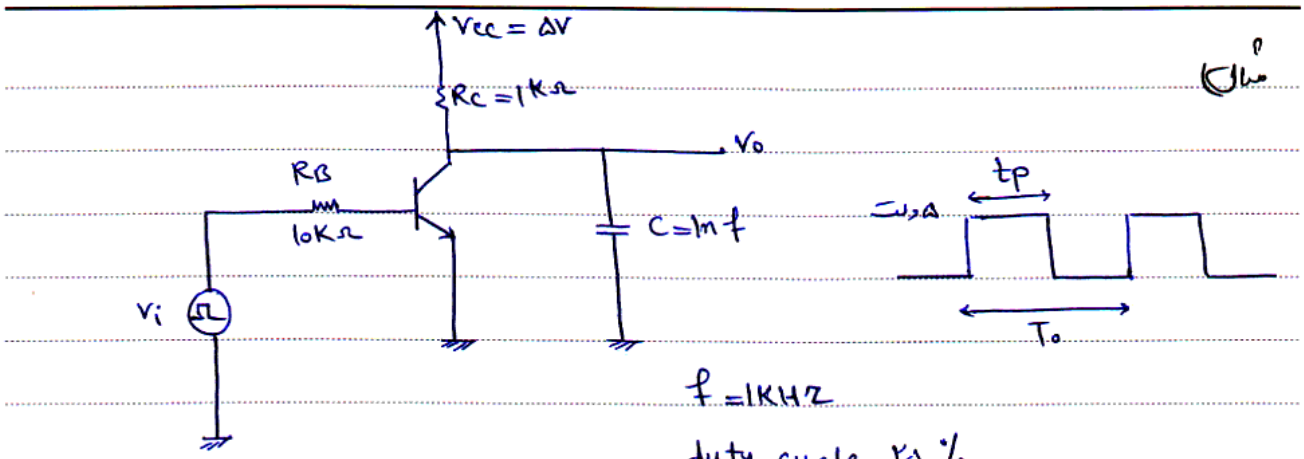
$t_r \gg t_f$ ← از روی شکل

لبه بالا رونده حذف شده است.

Subject :

Year . Month . Date . ( )

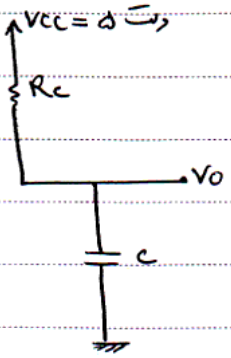
مثال ۹



$f = 1KHz$

duty cycle = ۲۵ %

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



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

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

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

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

$V_o(T_o - tp) = V_o(0.۷۵ms) = ۵\left(1 - e^{\frac{-0.۷۵ms}{1\mu s}}\right) \simeq ۵$ ولت (به مقدار نهایی خودش می رسد)

$$\begin{cases} T_o = \frac{1}{f_o} = 1msec \\ tp = \frac{1}{f} T_o = 0.۲۵ ms \\ T_o - tp = 0.۷۵ ms \end{cases}$$

همان شکل ورودی منفی شده رسم می شود.

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

" $\quad \tau_{on} > ۵\, tp$

P4PCO

www.tbi-net.com

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 $\beta = 100$ $\begin{cases} V_o(\infty) = V_{CC} - R_C i_C = -38 \text{ ولت} < 0 \longrightarrow Q \text{ وارد ناحیه اشباع شده است} \\ V_o(0) = 5 = V_{CC} \\ \tau = R_C \cdot C \end{cases}$

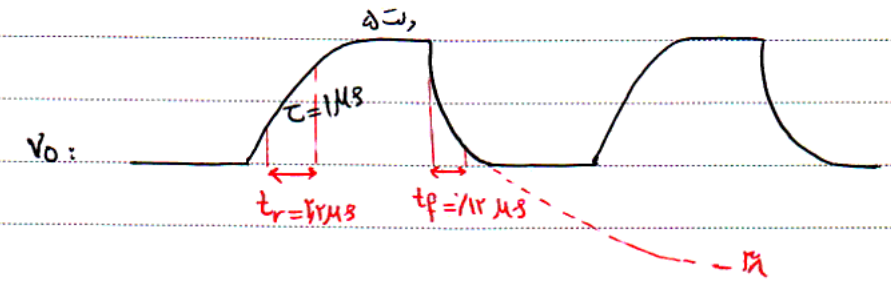
$$V_o(t) = -38 + \left(5 - (-38)\right) e^{-t/\tau}$$

$$V_o(t_f) = -38 + 43\, e^{-t_f/\tau} = 0$$ حول کردن خروجی به صفر

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

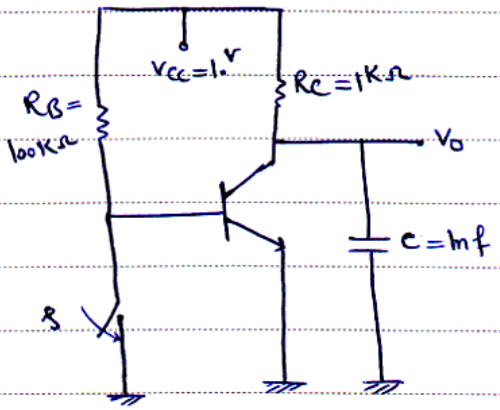
$t_f = 0.12\,\tau = 0.12\ \mu sec$ تقریبی

نتیجه : $t_f \ll t_r$



تمرین ۱) از سوالات پایان ترم ۱

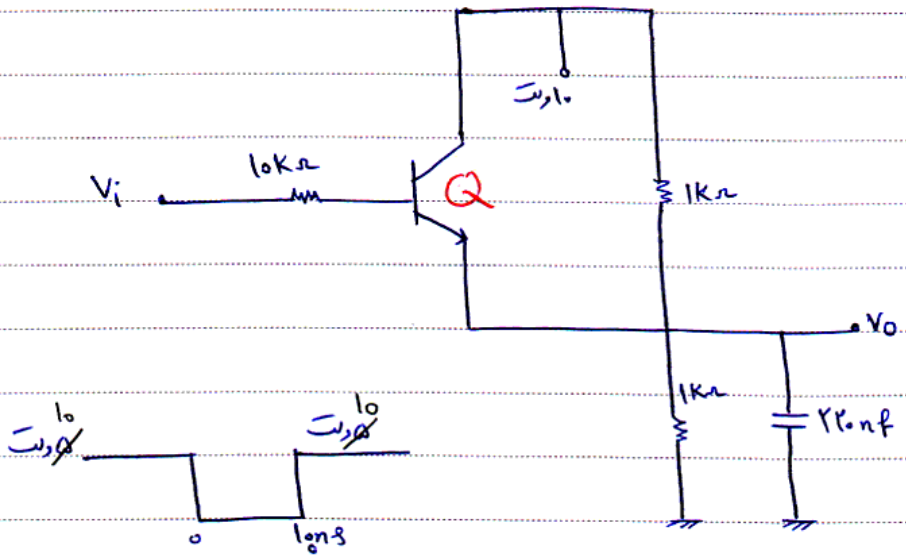
در مدار شکل زیر شکل موج خروجی را به طور دقیق رسم کنید.



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

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

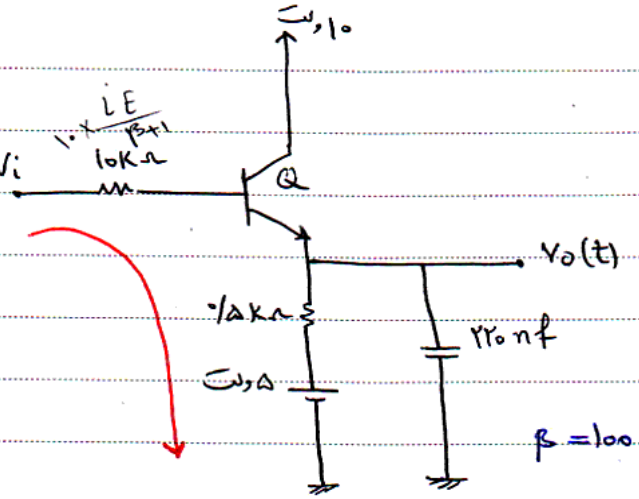
تمرین ۲)



www.tbi-net.com

حل تمرین ۲)

مدار 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:

$$I_E = \frac{V_i - V_{BE} - 5\text{ ولت}}{\frac{10K\Omega}{\beta+1} + 0/5K\Omega} = \frac{10 - 5/7}{\frac{10K\Omega}{101} + 0/5K\Omega} = 7/17\ mA$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 10 - (0/5 I_E + 5\text{ ولت}) = 10 - (0/5 \times 7/17 + 5) = 1/41 > V_{CEsat} = 0$$

فعال است.

$$V_E = V_0(0^-) = 0/5 \times I_E + 5 = 0/5 \times 7/17 + 5 = 8/4\text{ ولت}$$

$$V_0(0^+) = V_0(0^-) = 8/4\text{ ولت}$$

برای $0 < t < 100$ nsec $\longleftarrow V_i = 0$ $\longleftarrow$ Q خاموش قطع

خازن C تخلیه می‌شود.

$$\tau_1 = 220nf \times 0/5k\Omega = 11\ \mu sec$$

$$\begin{cases} V_0(\infty) = 0 \\ V_0(0^+) = 8/4 \end{cases} \longrightarrow V_0(t) = 0 + (8/4 - 0)\, e^{-\frac{t}{11}\ \mu sec} \longrightarrow V_0(100\,ns) = 8/52\text{ ولت}$$

$\tau_1 = 11\ \mu s$

PAPCO

www.tbi-net.com

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید./

زمان : همین حالا تا همیشه

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

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا