



برای دانلود رایگان جزوات دانشگاهی
می توانید به این آدرس مراجعه فرمائید:

www.sanjesh.biz

تکنیک پالس

دکتر آیت الهی

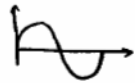
دانشگاه علم و صنعت

1. Millman and Taub [1] [3] (RC) مدارهای غیرفعال
"Pulse, Digital and switching waveforms",
۲. زمانهای سوئیچینگ (ترانزیستور) [1]
۳. سوئیچهای ولتاژ [3]
2. Strauss "wave Generation and shaping"
۴. مولتی ویبراتورها [3]
۵. کاربرد تقویت کننده عملیاتی در تکنیک پالس [4]
۶. تایمر 555 [5]
۷. کاربرد IC 555 در ترانزفاکتور
۸. کامل * ۴- رکنر معتمدی 'اصول و مبانی تکنیک پالس'
۵- Bell 'solid state Pulse circuit'

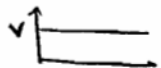
سیال تریم تا آخر سوئیچهای و ن آ 40٪ حذف برای پالس تریم
60٪

شکل موجها

1. سینوسی



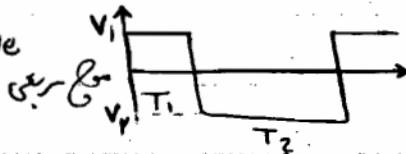
2. step پله



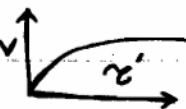
3. Pulse پالس



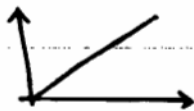
4. square wave



5. Exponential نمایی



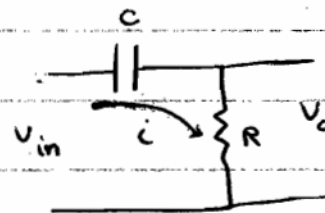
6. Ramp



جزءه افکار و میلین و آب

شکل موج سازی به کمک مدارهای غیرفعال (RC)

مدار RC بالاگذر:



حادله دیفرانسیل $V_{in} = V_C + V_0$

$$\frac{dV_{in}}{dt} = \frac{dV_C}{dt} + \frac{dV_0}{dt}$$

$$\rightarrow \frac{dV_{in}}{dt} = \frac{V_0}{RC} + \frac{dV_0}{dt}$$

در مدارهای خطی اگر شکل موج سینوسی بدیم شکل موج خروجی هم سینوسی خواهد بود.

$$A = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{sCR}{1 + sCR}$$

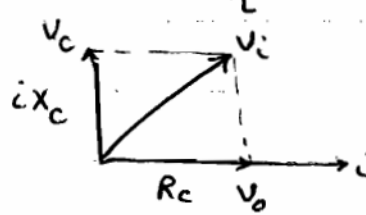
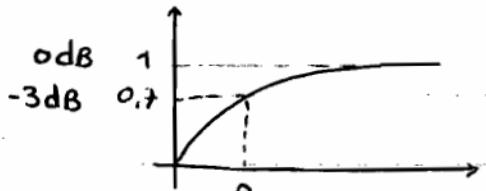
صفر $s=0$
قطب $s = -\frac{1}{RC} = -\frac{1}{\tau}$

$$A = \frac{1}{1 + \frac{1}{sCR}} = \frac{1}{1 - j \frac{f_L}{f}}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi RC}$$

فراش قطع پائین یا
فراش 3-dB پائین

$$|A| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_L}{f}\right)^2}}$$



$$\theta = \arctan \frac{f_L}{f}$$

f_L فرکانس است که امپدانس مقاومت، خازن
با هم برابر می گردد.

step ولت

$$V_o = A_0 + A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

سخت پاسخ به تابع پله ← در مدارهای خطی

5 قانونهای تابع انتقالی هستند که با اِزاد معوضه تغییر کننده انرژی مثل

یک قطب و یک دردار دارد.

$$V_o = A_0 + A_1 e^{-t/\tau}$$

$$\tau = RC$$

$t=0^+$ $V_o = V_{initial}$ (همیشه ولتاژ بعد از جوش موثر نظر است)
ولتاژ اولیه

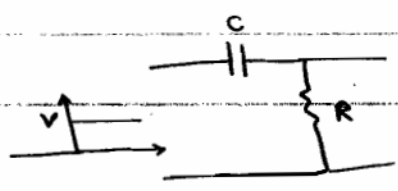
$t=\infty$ $V_o = V_{ss}$ ولتاژ پایدار دائم
steady state

$t=t_p$ $V_o = V_{final}$ ولتاژ پایایی

$$t=0 \quad V_i = A_0 + A_1 \rightarrow A_1 = V_i - V_{ss}$$

$$t=\infty \quad V_{ss} = A_0$$

$$V_o = V_{ss} - (V_{ss} - V_i) e^{-t/\tau}$$

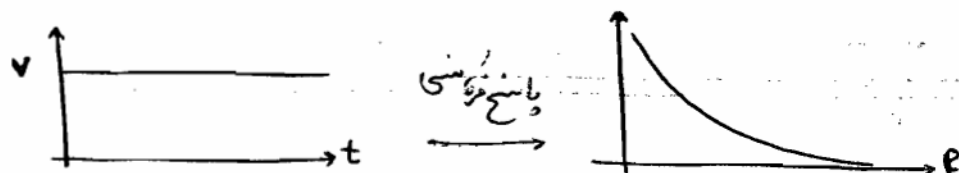


$$V_i = V$$

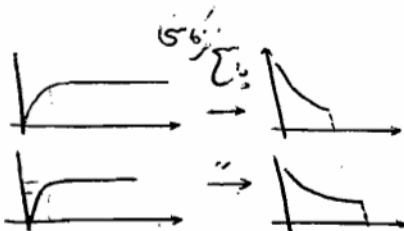
$$V_{ss} = 0$$

چون ولتاژ در سر خازن نمی تواند تغییر ناگهانی کند
پاسخ مدار به step $V_o = V e^{-t/\tau}$

۲

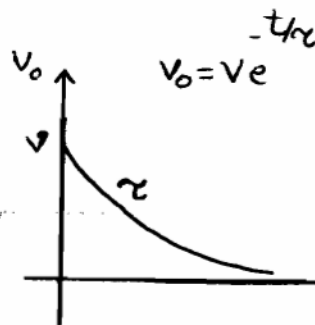


پاسخ زمانی



با افزایش فرکانس
این لوله تنزیل می شود

$$X_c = \frac{1}{c\omega}$$



$x = t/\tau$	0	0.5	1	2	3	4	5
$\frac{V_0}{V}$	1	0.607	0.368	0.135	0.05	0.018	0.007

ثابت زمانی زمانی است که شکل موج به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه خودی رسد ($V_0 \rightarrow \frac{1}{3}V$)

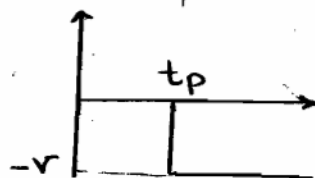
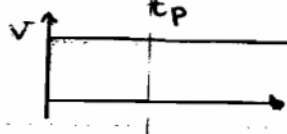
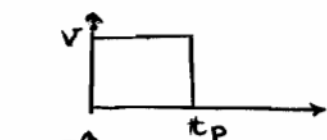
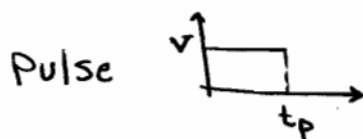
این شکل موج در 4 ثابت زمانی به مقدار steady state خودی رسد (البته با خطای ناچیز)
(به رابطه وابسته نیست)

تقریب: ثابت کنیه که حاصل برپنجی فوق در $t=0$ محور زمان را در $t=\tau$ قطع خواهد کرد.

$$t = t_p \rightarrow V_p = V_{ss} - (V_{ss} - V_i)e^{-\frac{t_p}{\tau}} \rightarrow \frac{V_p - V_{ss}}{V_{ss} - V_i} = e^{-\frac{t_p}{\tau}}$$

$$\rightarrow t_p = \tau \ln \frac{V_{ss} - V_i}{V_{ss} - V_p}$$

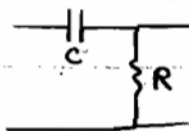
* وقتی بخواهیم ببینیم که در چه زمان غیر خطی به V_p می رسد می توانیم از این رابطه استفاده کنیم.

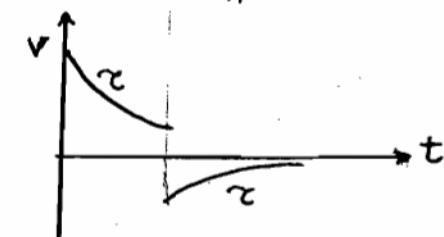
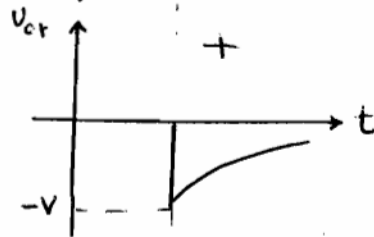
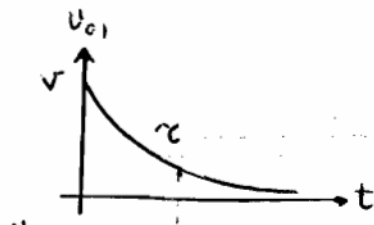


تابع پاسخ مجموع

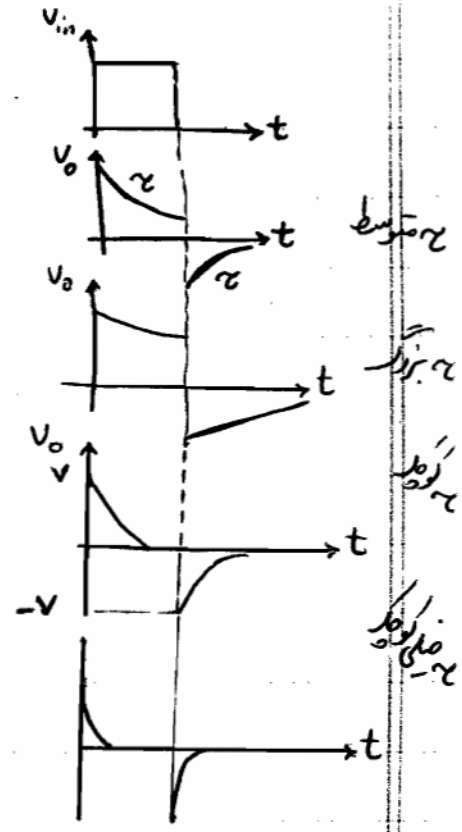
دو تابع زیر است

قصد
superposition
رابطه می برسم



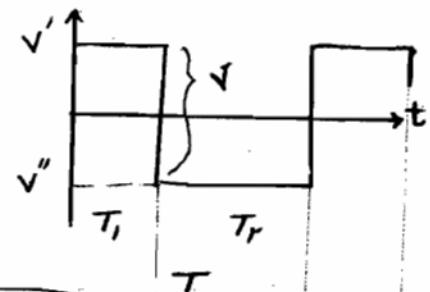


$t < t_p$
 $v_{o1} = V e^{-t/\tau}$
 $t > t_p$
 $v_{o1} = (V e^{-t_p/\tau} - V) e^{-(t-t_p)/\tau}$

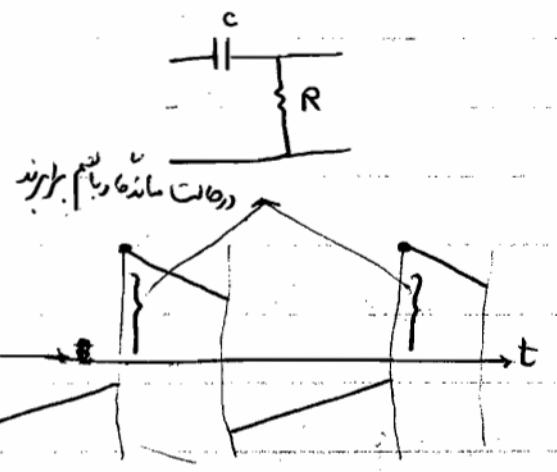
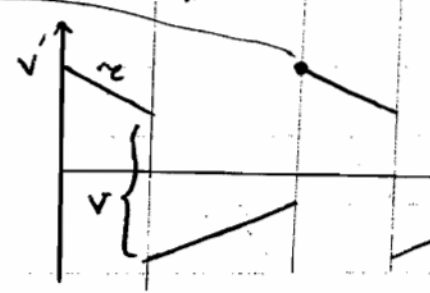


* شکل موج خروجی تابع پارامترهای مدار است
 (پارامترهای مدار در بابت زمانی همیشه مانند موجی تأخیر دارد)
 * dc خروجی صفر است (معتدل وجود فاز در کولر)

موج مربعی
 موج پالس
 تکرار شود

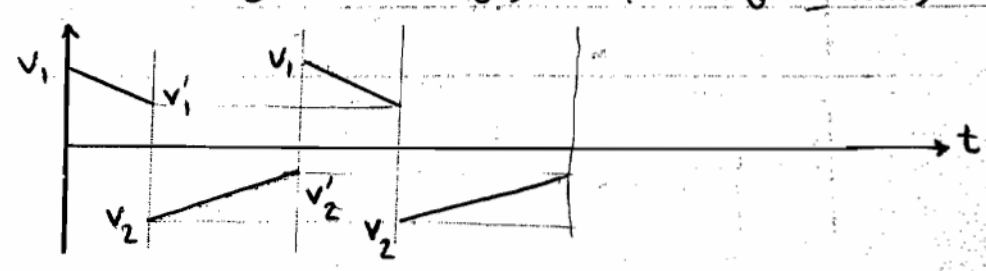


عدم نیست که برابر با V باشد
 یا نه



اگر ورودی یک موج متناوب باشد خروجی در حالت steady state متناوب خواهد بود.

خروجی مدار در حالت
 steady state



مغزین dc خردی در حالت دائم $\frac{dv_{in}}{dt} = \frac{v_o}{Rc} + \frac{dv_o}{dt} \rightarrow$

$$\int_0^T dv_{in} = \int_0^T \frac{v_o}{Rc} dt + \int_0^T dv_o \rightarrow v_{in}[T] - v_{in}[0] = \frac{1}{Rc} \int_0^T v_o dt + v_o[T] - v_o[0]$$

• وقتی درودی dc دارد و خردی dc ندارد پس فازان به اندازه dc شارژی می شود تا KVL صادق باشد.

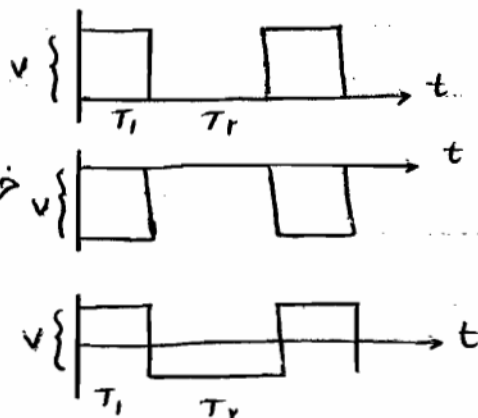
$$v'_1 = v_1 e^{-\frac{T_1}{Rc}}$$

$$v'_2 = v_2 e^{-\frac{T_2}{Rc}}$$

$$v'_1 - v'_2 = V$$

$$v_1 - v'_2 = V$$

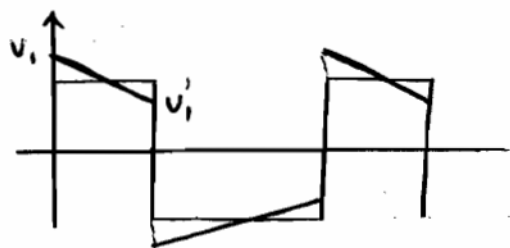
خردی به ازاء هر یک از سطوح
موجهای فوق یکسان است
زیرا به dc درودی بستگی ندارد



$$v_1 = \frac{V}{1 + e^{-\frac{T}{2Rc}}} \quad v'_1 = \frac{V}{1 + e^{\frac{T}{2Rc}}}$$

تقریب: در حالت متقارن ($T_1 = T_r = T$)

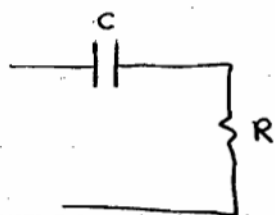
$$\text{For } T/Rc \ll 1 \Rightarrow v_1 = \frac{V}{2} \left(1 + \frac{T}{4Rc}\right), \quad v'_1 = \frac{V}{2} \left(1 - \frac{T}{4Rc}\right)$$



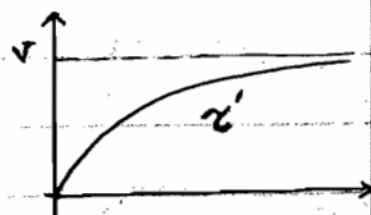
tiFF
در حد کج شدن

$$P = \frac{v_1 - v'_1}{\frac{V}{2}} = \frac{T}{2Rc} = \pi \frac{R_L}{R}$$

در حد R_L کوپلتر باشد شکل موج بیستر حفظ
می شود (Rc بزرگ)



$$v_{in} = V(1 - e^{-t/\tau})$$



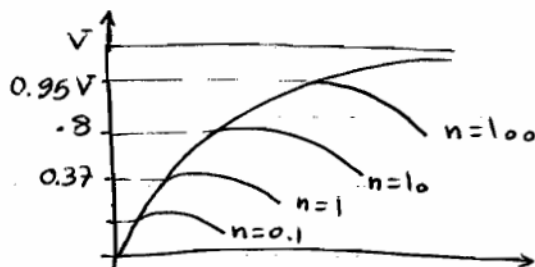
چون این موج تقریباً یک موج پله است مهم است.

$$\frac{dv_{in}}{dt} = \frac{V_o}{Rc} + \frac{dv_o}{dt} \rightarrow t=0^+ \rightarrow V_o=0 \rightarrow \left. \frac{dv_{in}}{dt} \right|_{t=0} = \left. \frac{dv_o}{dt} \right|_{t=0}$$

سیب فروبی در لحظه صفر با سیب ورودی در لحظه صفر برابر است.

$$\frac{V}{\gamma'} e^{-t/\gamma'} = \frac{V_o}{Rc} + \frac{dv_o}{dt} \quad \text{بافرض: } x = \frac{t}{\gamma'}, n = \frac{Rc}{\gamma'}$$

$$\begin{cases} V_o = \frac{V_o n}{n-1} (e^{-x/n} - e^{-x}) \rightarrow n \neq 1 \\ V_o = V x e^{-x} \quad n=1 \end{cases}$$

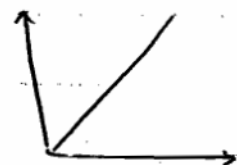


چون در $n=100$ ، Rc خیلی بزرگ است فازن دیرتر شارژ شده و دلتا کمتری روی R افت می‌کند ولی در $n=10$ فازن زودتر شارژ می‌شود.

For $n=\text{large}$ $V_o = V e^{-x/n} = V e^{-t/Rc}$ \rightarrow یعنی به تابع پله میل می‌کند
در تابع پله حالت خاصی از این تابع است.

$$V_o \Big|_{t=0} = 0 \rightarrow \left. \frac{dv_{in}}{dt} \right|_{t=0} = \left. \frac{dv_o}{dt} \right|_{t=0}$$

Ramp
پایه پله
: Ramp



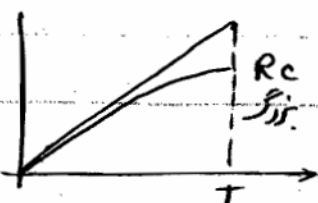
$$\alpha = \frac{V_o}{Rc} + \frac{dv_o}{dt} \Rightarrow \boxed{V_o = \alpha Rc (1 - e^{-t/Rc})}$$

$$v_{in} = \alpha t$$

For $\frac{t}{Rc} \ll 1 \Rightarrow e^{-t/Rc} = 1 - \frac{t}{Rc} + \frac{1}{2!} \left(\frac{t}{Rc}\right)^2 - \frac{1}{3!} \left(\frac{t}{Rc}\right)^3 \approx 1 - \frac{t}{Rc} + \frac{1}{2!} \left(\frac{t}{Rc}\right)^2$

← بادر نظر گرفتن سه جمله اول بحث جمله خطا

$$V_o = \alpha t \left(1 - \frac{t}{2Rc}\right)$$



خطای انتقال

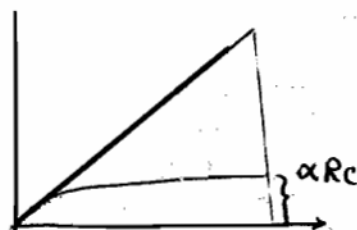
$$\text{transmission error} = e_t = \frac{V_i - V_o}{V_i} = \frac{T}{2Rc} = \pi f_L T$$

یعنی برای حفظ Ramp با بستی Rc بزرگ و یا f_L کوچک باشد f_H بزرگبرای مثال برای عبور یک Ramp از زمان 2 msec خطای انتقال کمتر از 0.1% باشد

$$Rc > 1 \text{ sec}, f_L < 0.16 \text{ Hz}$$

$$\text{For } \frac{t}{Rc} \gg 1 \rightarrow V_o = \alpha Rc$$

برای Rc کوچک مدار تبدیل به یک مشتق گیر با بستی شده است.

 Rc کوچک

$$V_{in} = V_c + V_o$$

شرط اصلی که به طور اول برقرار

Differentiator مشتق گیر

$$\text{if } Rc \ll T \rightarrow V_o \ll V_{in} \rightarrow V_{in} = V_c \rightarrow \frac{dV_{in}}{dt} = \frac{dV_c}{dt} = \frac{I}{C} = \frac{V_o}{Rc}$$

$$V_o \ll V_{in} \rightarrow V_{in} = V_c$$

$$\frac{dV_{in}}{dt} = \frac{dV_c}{dt} = \frac{I}{C} = \frac{V_o}{Rc}$$

برای موج غیر متناوب و در آن زمان است که می توانیم در نظر بگیریم و برای موج متناوب زمان تناوب است

Rc کوچک فاز را خیلی سریع می تواند شارژ شود.

$$V_o = Rc \frac{dV_{in}}{dt}$$

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

موج سینوسی

$$\tan \theta = \frac{1}{\omega Rc} = \frac{X_c}{R}$$

$$\text{if } \omega Rc = 0.01 \rightarrow \theta = 89.4^\circ \quad \text{اگر } \theta = 90^\circ$$

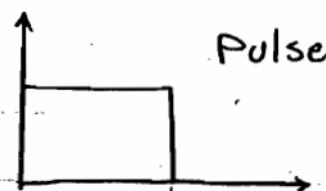
یعنی $Rc \ll T$

تقریباً مشتق بود

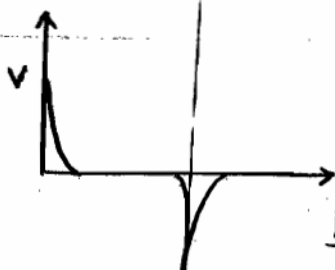
$$V_o = \underbrace{V_m \omega Rc}_{0.01 V_m} \sin \omega t$$

یعنی دامنه خروجی خیلی کوچکتر از دامنه ورودی است (مشتق)

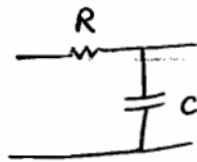
$$\text{if } \omega Rc = 0.1 \rightarrow \theta = 84.3^\circ \rightarrow \text{می توانیم تقریباً مشتق گیر فرض کنیم}$$

پارامتر 0.1 که بیشتر شده است خطای بیشتر شده است.

در اینجا پالس در لحظه جهش مشتق نداریم ولی در بقیه لحظه مشتق داریم

خطا: در اینجا در لحظه جهش $V_o = V_{in}$ است یعنی شرط اصلی را نداریم

و به همین دلیل مشتق دچار خطای می شویم. می توانیم به طور کلی مشتق را می پذیریم



مدار RC پائین گذر:

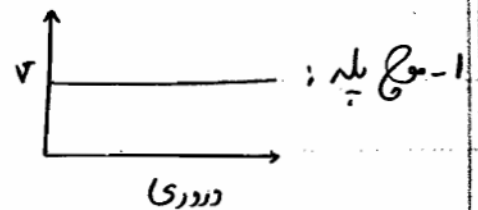
چون در فرکانس پائین امپدانس خازن زیاد و بیشتر ولتاژ روی آن افت می کند و به همین دلیل پائین گذر است.

$$A = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} = \frac{1}{1 + sCR} \quad \text{قطب: } s = -\frac{1}{RC}$$

$$A(j\omega) = \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{F_H}}, \quad F_H = \frac{1}{2\pi RC}$$

فرکانس قطع بالا (3dB - بالا)

$$|A| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{F_H}\right)^2}}, \quad \theta = -\arctan \frac{\omega}{F_H}$$

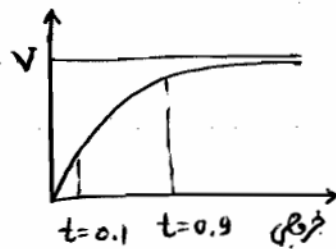


$$V_o = V_{ss} - (V_{ss} - V_i) e^{-t/\tau}$$

$t = 0^+ \rightarrow V_i = 0$ چون فازن تغییرات ناگهانی نمی دهد.

$$t = \infty \rightarrow V_{ss} = V$$

$$V_o = V(1 - e^{-t/\tau})$$



در اصل اصلاً ف پله از

مدار بالا گذر است که همان KVL

است

$t_r \rightarrow$ rise time زمان صعود

$$t_r = t_{0.9} - t_{0.1}$$

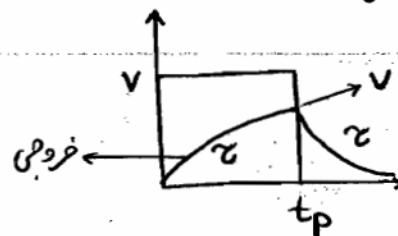
$$t_r = 2.3 RC - 0.1 RC = 2.2 RC$$

$$t_r = \frac{2.2}{2\pi F_H}$$

$$t_r = \frac{0.35}{F_H}$$

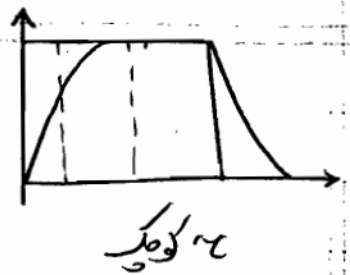
زمان صعود دقیقاً به F_H بستگی دارد. هر چه F_H کمتر باشد زمان صعود بیشتر است هر چه F_H بزرگتر باشد t_r کمتر است.

Pulse - ۲



V_o اگر $t_p > \tau$ باشد به مقدار V خواهد رسید.

برای α می توان فرقی به پالس نزدیکتر می شود.



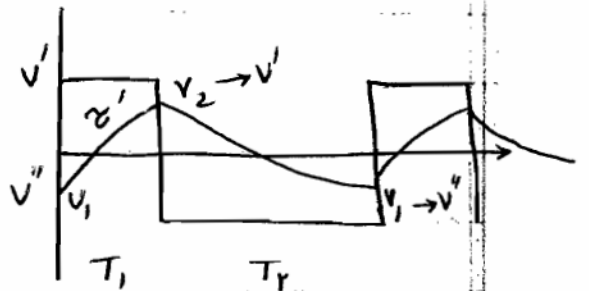
$$F_n \approx \frac{1}{t_p}$$

نکته: برای اینکه بتوان فرقی را شبیه ورودی در نظر گرفت: یعنی پالس با حفظ شکلیش از این مدار عبور کرده است

$$t_r = 0.35 t_p \approx \frac{1}{3} t_p$$

$$V_o(dc) = V_{in}(dc)$$

چون dc در مدار برابر می باشد.

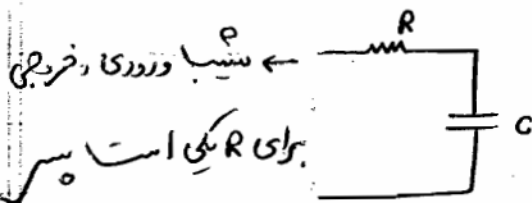


چون حالت steady state را می خواهیم.

$$V_2 = V' - (V' - V_1) e^{-\frac{T_1}{R_c}}$$

$$V_1 = V'' - (V'' - V_2) e^{-\frac{T_2}{R_c}}$$

steady state: V'



(ع) exponential - r

$$\left. \frac{dV_o}{dt} \right|_{t=0} = 0$$

$$V_o = V_{in} - V_R$$

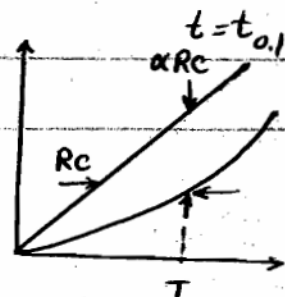
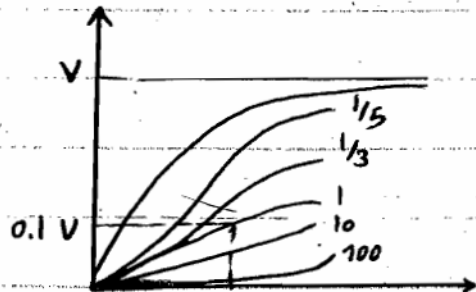
از مدار قبل داریم

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_o}{V} = 1 - \frac{1}{1-n} e^{-\alpha} - \frac{n}{n-1} e^{-\alpha/n} \quad n \neq 1 \\ \frac{V_o}{V} = 1 - (1+\alpha) e^{-\alpha} \quad n = 1 \end{array} \right.$$

$$n = \frac{R_c}{\tau}$$

هرچه n بزرگتر شود زمان تأخیر زیادتر می گردد.

زمان تأخیر از وقتی که خروجی تغییر می کند تا به 0.1 مقدار خود برسد.



Ramp - r

$$\frac{t}{R_c} \gg 1$$

$$V_o = V_{in} - V_R$$

$$-t/R_c$$

$$V_o = \alpha(t - R_c) + \alpha R_c e^{-t/R_c}$$

یعنی خروجی یعنی Ramp با یک شیب $\rightarrow V_o = \alpha(t - R_c) \rightarrow$ if $\frac{t}{R_c} \gg 1 \quad \& \quad R_c \ll 1$ زمانی R_c باشد.

$$e_t = \frac{V_i - V_o}{V_i} = \frac{R_c}{T} = \frac{1}{2\pi R_c T}$$

(برای عبور Ramp با بستی R_H را ضعیف تر یا R_c را کوپلتر بگیریم).

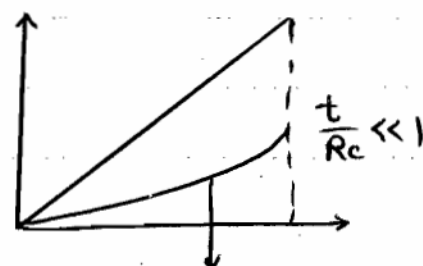
مثال: برای عبور یک Ramp با زمان 2msec خطای انتقال کمتر از 0.1% باید: $R_c < 2\text{sec}$ یا $R_H > 8\text{KHz}$ باشد.

if $\frac{t}{R_c} \ll 1$

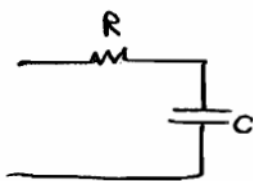
بسیار آکسیو نسیل و بسیار گرفتار به جمله اول بسط:

$$V_o = \frac{\alpha t^2}{2R_c}$$

یعنی خروجی استرال در دردی است.



Integrator (استرالگیر): فردی



$$V_i = V_R + V_C$$

چون خازن در برتر شارژ می شود. $R_c \gg T \Rightarrow V_o \ll V_{in}$

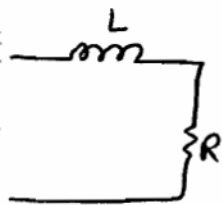
$$V_{in} = V_R = iR = R_c \frac{dV_o}{dt} \Rightarrow V_o = \frac{1}{R_c} \int V_{in} dt + K$$

شرط استرالگیری: فردی ضعیف کوپلتر از ورودی باشد. [چون R_c ضعیف تر است].
مزیت استرالگیر بر مشتق گیر:

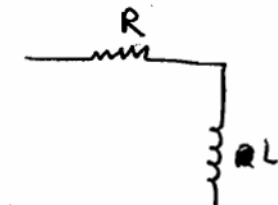
۱- مشتق گیر به دلیل پهنای باند زیاد که به بی نهایت می رود باعث ایجاد مشتق گیر می شود یعنی مشتق گیر نسبت به استرالگیر بی نهایت تر است.

۲- نویز مشتق گیر بیشتر از استرالگیر است چون پهنای باند مشتق گیر بیشتر است.





پایین گذر

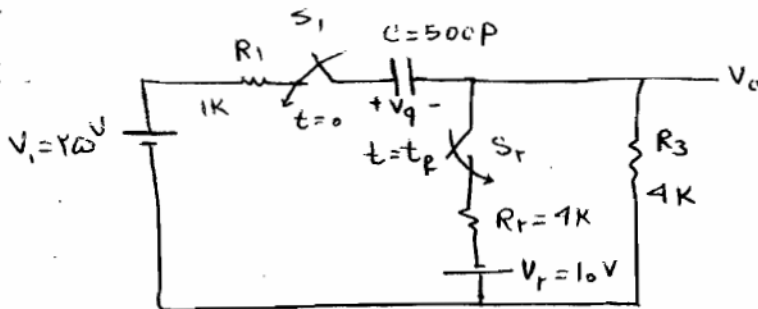


بالا گذر

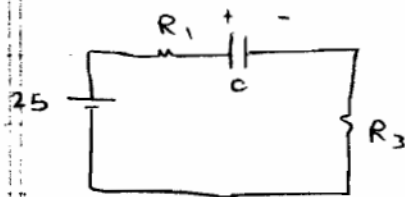
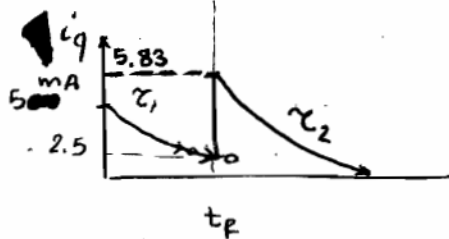
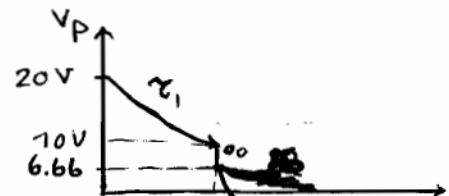
در سیم پیچ جریان تغییر ناگهانی ندارد.

$$\tau = \frac{L}{R}$$

مدار با سربار اولیه:



t_p زمانی است که ولتاژ خروجی به 10V می‌رسد.



$$i_q(0^+) = \frac{25}{R_1 + R_3} = 5 \text{ mA}$$

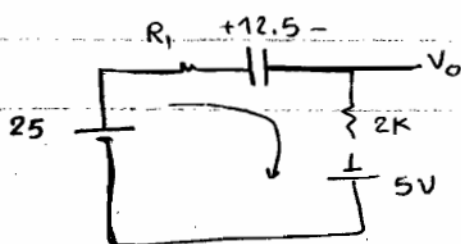
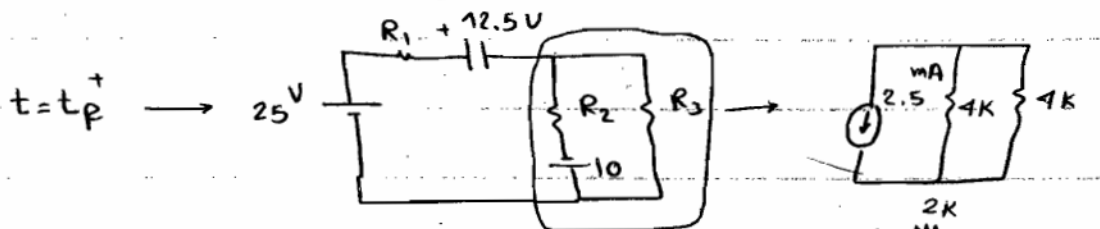
$$V_0(0^+) = 5 \times R_3 = 20 \text{ V}$$

$$\tau_1 = (R_1 + R_f)C = 2.5 \mu\text{Sec}$$

$$V_0 = 20 \text{ e}^{-t/\tau_1}$$

$$t_p = \tau_1 \ln \frac{V_{ss} - V_i}{V_{ss} - V_p}$$

$$\rightarrow t_p = 2.5 \mu\text{Sec} \ln \frac{0 - 20}{0 - 10} = 1.73 \mu\text{Sec}$$



$$i_q(t_p^+) = 5.83 \text{ mA}$$

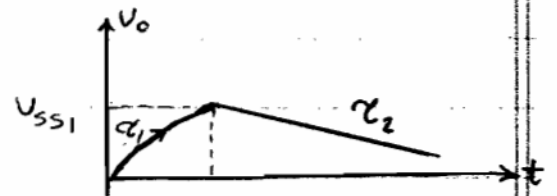
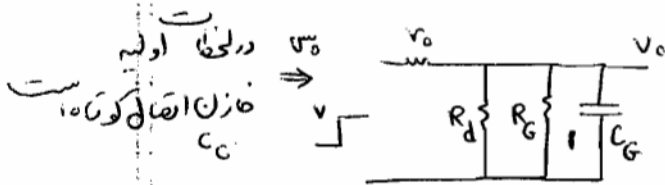
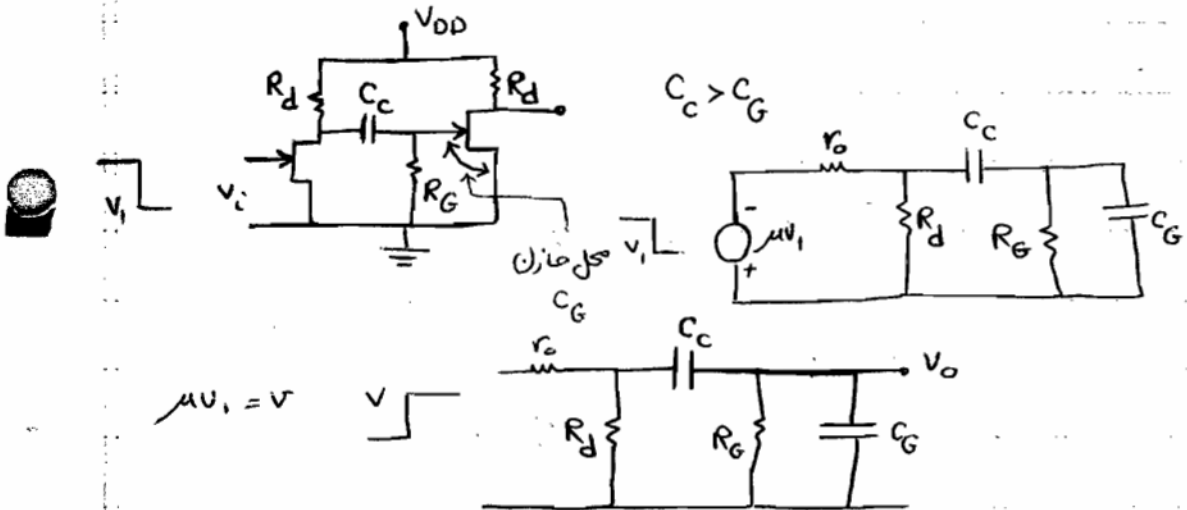
$$V_0(t_p^+) = 6.66$$

سیستم با دو عنصر فشرده کننده انرژی:

باید نام انتقالی بدست آید ← قطب بدست آید ← از رابطه $A_0 + A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$ پاسخ مدار بدست آید

$$V_o = A_0 + A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t} \quad (\text{این کار مستلزم آنلا وقت است})$$

بسیاری اوقات مدار دارای دو قطب با فاصله زیاد است که در این صورت قطب دورتر (بابت زمانی کوچکتر) تغییرات سریع خروجی و قطب دیگر تغییرات کند خروجی را مشخص می کند.

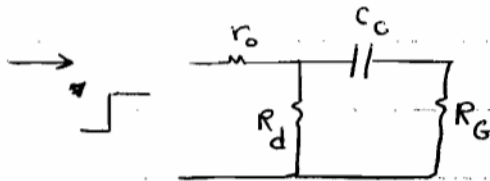


$$\tau_1 = (r_o \parallel R_D \parallel R_G) C_G$$

بابت زمانی کوچک است (چون C_G کوچک است)

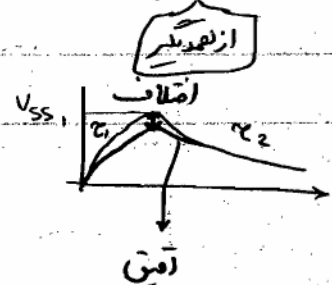
$$V_{ss1} = V \frac{R_D \parallel R_G}{r_o + R_D \parallel R_G}$$

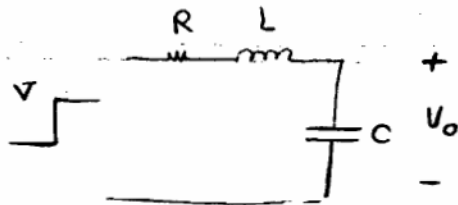
وقتی به حالت ماندگار خروجی رسد یعنی حد اکثر مقداری که می توانست بگیرد از این به بعد با شارژ C_G و تدارک خروجی کاهش یافته و اگر فازن C_G در مدار از بین می رود



$$\tau_2 = [(r_o \parallel R_D) + R_G] C_G$$

هر چه فاصله دو قطب کمتر باشد امپلف کمتر خواهد شد





مدار RLC :

$$V_o = A_0 + A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

$$s_1, s_2 = \frac{-R \pm \sqrt{R^2 - 4LC}}{2LC} = -\frac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

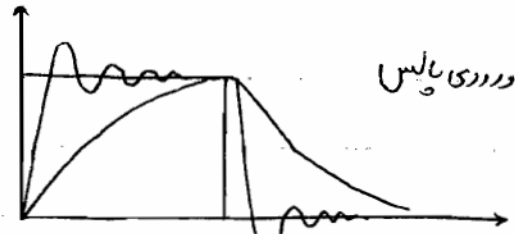
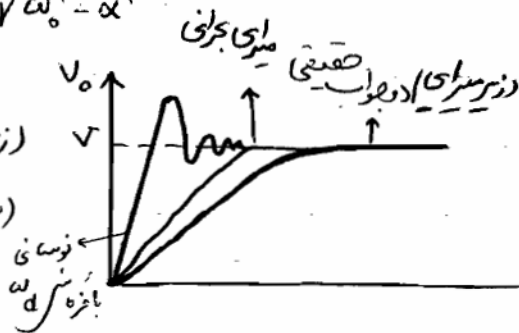
$$\alpha = \frac{R}{2L}, \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}, \quad \omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$$

اگر $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (زیرسرای) دو جواب حقیقی

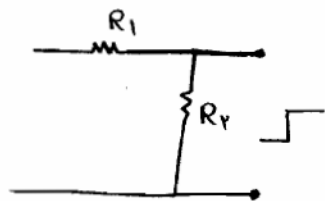
اگر $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (سرای بحرانی) جواب مضاعف

اگر $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ (نوسانی) دو جواب مختلط

هرچه R کوچکتر باشد، دامنه و فرکانس نوسان بیشتر خواهد شد.



تضعیف کننده ها : (Attenuators)

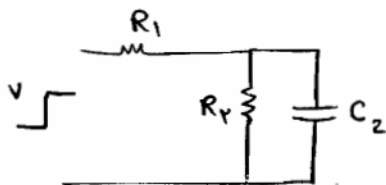
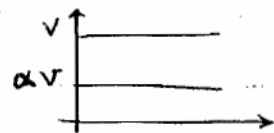


$$\alpha = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

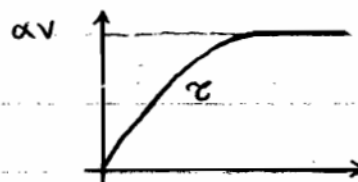
$$R_2 = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_1 = 9 \text{ M}\Omega$$

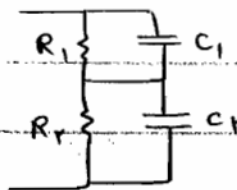
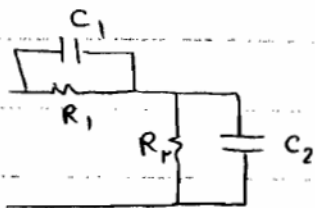
$$\alpha = 0.1$$



$$\tau = (R_1 || R_2) C_2$$



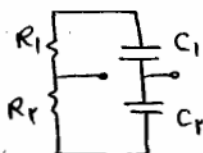
فنی با وجود خازن C_2 شکل موج تغییر خواهد کرد. (در مواردی که دارای غایب کاپاسیتانسیم) راه حل: از یک خازن دیگر استفاده می کنیم.



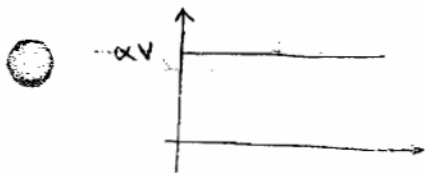
مدل معادل

$$R_1 \times \frac{1}{C_1} = R_2 \times \frac{1}{C_2}$$

$$\rightarrow R_1 C_1 = R_2 C_2$$



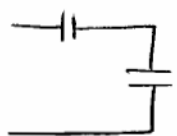
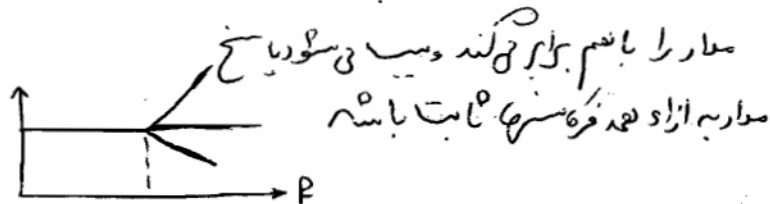
سری توان بصورت زیر مدار را رسم کرد



ثابت زمانی در این مدار وجود ندارد.
چون ولتاژ در مقایسه با $(R_1 + R_2)$ تغییر نمی‌کند

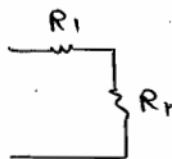
$$V_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V$$

شرط $R_2 C_2 = R_1 C_1$ قطب صفر



$t = 0^+$

$$V_o(0^+) = V \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$



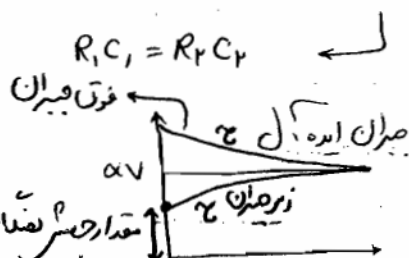
$t = \infty$

$$V_o(\infty) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

برای داشتن خروجی پله

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

از مدار مجبور است جریان‌های نهایت
بگذرد.



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

$$\text{if } C_1 < \frac{R_2 C_2}{R_1}$$

مقدار حساسیت فیدبک که C_1 کوچکتر از $\frac{R_2 C_2}{R_1}$ انتخاب می‌شود

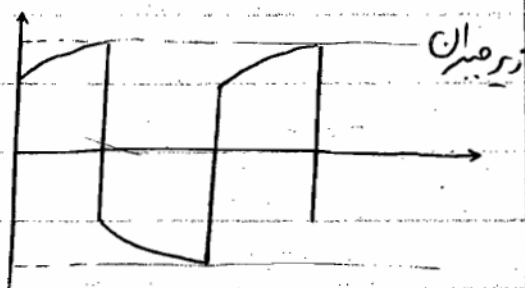
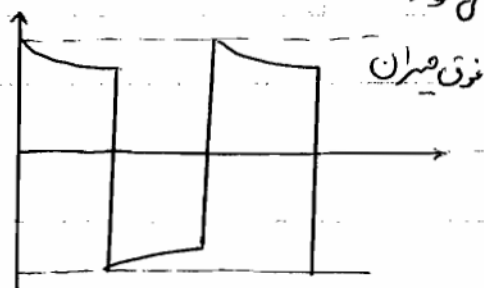
در این حالت ضریب انتقال کم می‌شود C_1

$$\tau = (R_1 \parallel R_2)(C_1 + C_2)$$

$$\text{if } C_1 > \frac{R_2 C_2}{R_1}$$

در این حالت ضریب انتقال زیاد می‌شود C_1

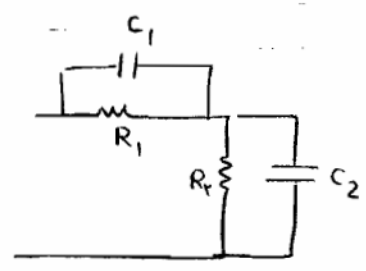
$$\tau = (R_1 \parallel R_2)(C_1 + C_2)$$



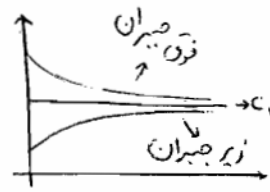
در این اسکوپ Probe دارای رگه‌ها است و در روی مین 2V و 1K و سیگنال را از خروجی می‌گیرد

پهنای باند داشته باشیم

تضعیف کننده ها

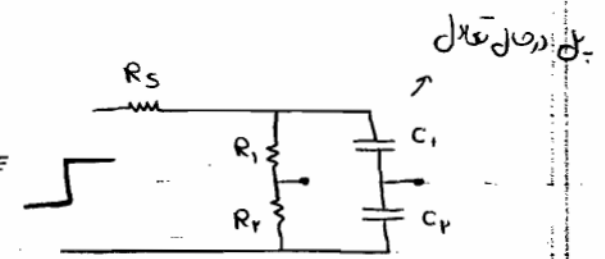
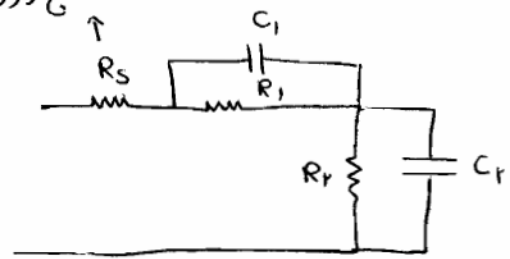


برای اینکه به درودوری $R_1 C_1 = R_L C_2 \rightarrow$ اگر



در خروجی یک پله داریم.

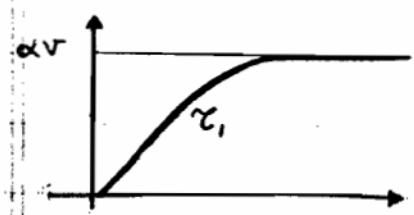
منبع دارای مقاومت باشد



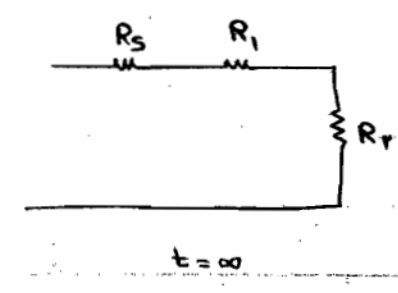
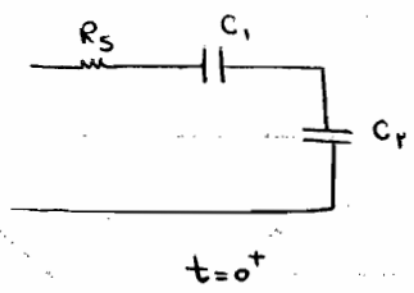
در این مدار ثابت زمانی داریم. زیرا جریانی که می‌گذرد در دو سر خازنها موثر است. جریانی که

$$\tau_1 = (R_S \parallel (R_1 + R_L)) \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \approx R_S \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$V_{SS1} = V \frac{R_L}{R_L + R_1 + R_S} \approx \alpha V$$



تا جایی که بیشتر از یک قطب دارد باید تابع انتقالی سه درجه است. تا ثابت زمانی را بدست آوریم.



$$V_{SS} = V \frac{R_L}{R_1 + R_L + R_S} \approx V \frac{R_L}{R_1 + R_L} = \alpha V$$

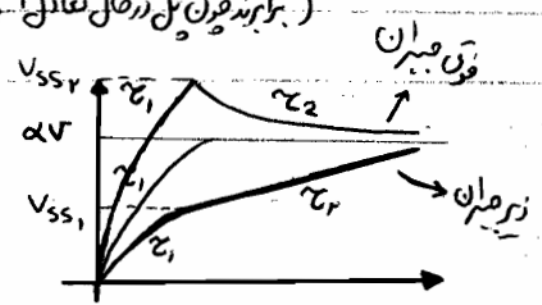
ثابت زمانی تقریباً $\tau_1 = R_S \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ با ثابت زمانی که در بالا بدست آوردیم برابر است.

$$V_{SS1} = V \frac{C_1}{C_1 + C_2} = V \frac{R_L}{R_1 + R_L}$$

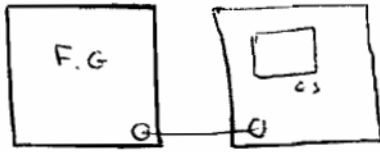
(برای اینکه به درودری $R_1 C_1 = R_L C_2$ است)

زیر میانه $C_1 < \frac{R_L C_2}{R_1}$

$$\tau_2 \approx (R_1 \parallel R_L) (C_1 + C_2)$$

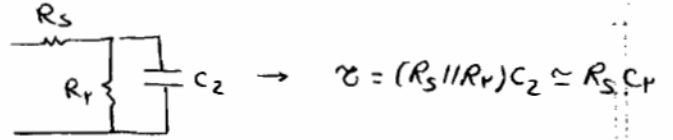


فوق بیان
 if $C_1 > \frac{R_1 C_T}{R_1}$

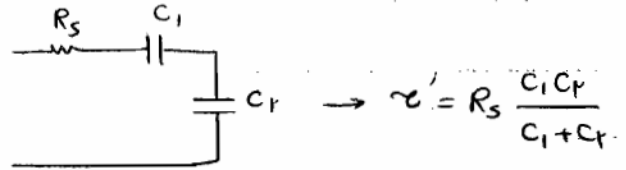


Probe $\sim 1:1$
 $\sim 10:1$

10.1 باشد بهتر است زیرا



$$\tau = (R_s \parallel R_T) C_2 \approx R_s C_T$$



$$\tau' = R_s \frac{C_1 C_T}{C_1 + C_T}$$

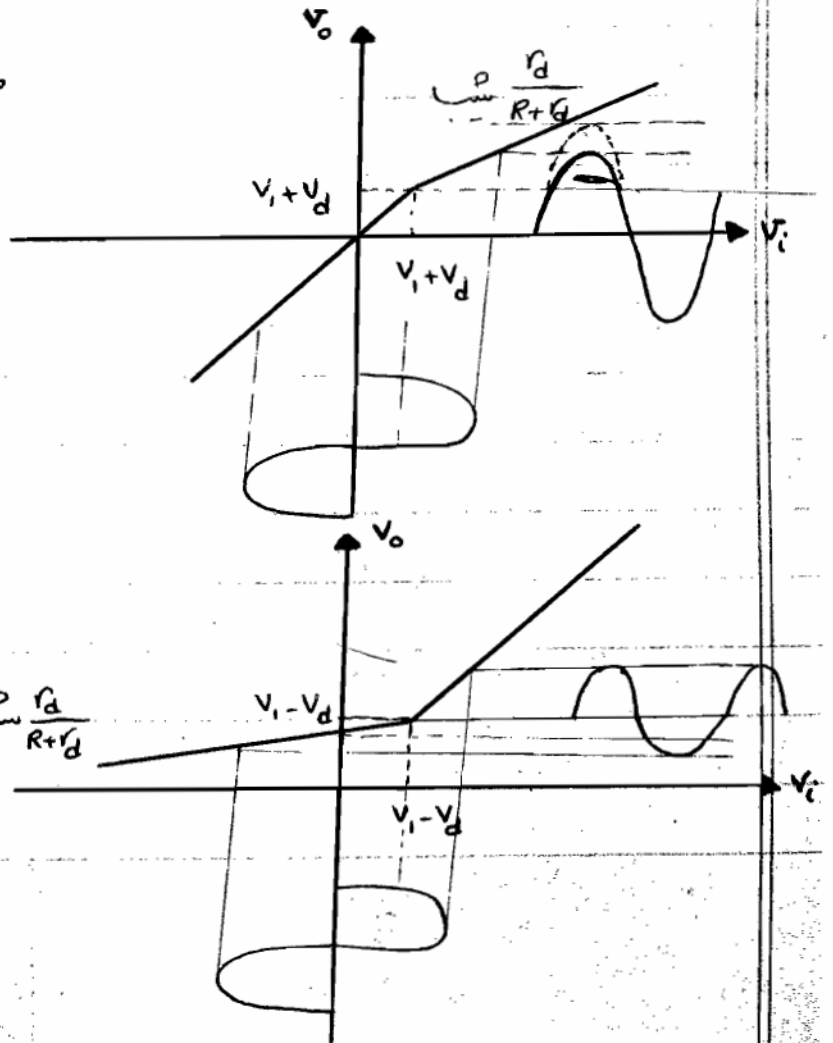
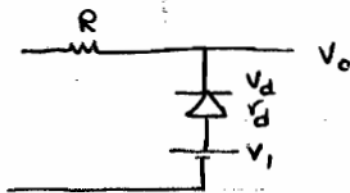
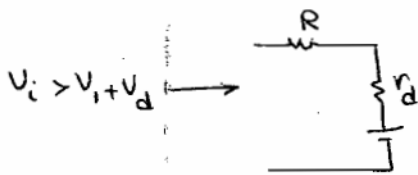
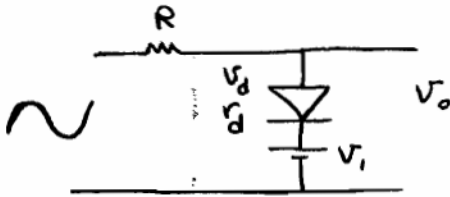
$$\frac{\tau'}{\tau} = \alpha$$

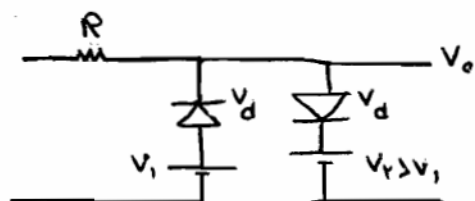
* τ' کمتر از τ است و مدار دم

فرکانس را بیشتر عبور داده و طاب سیر بیشتر

steady state می رسد.

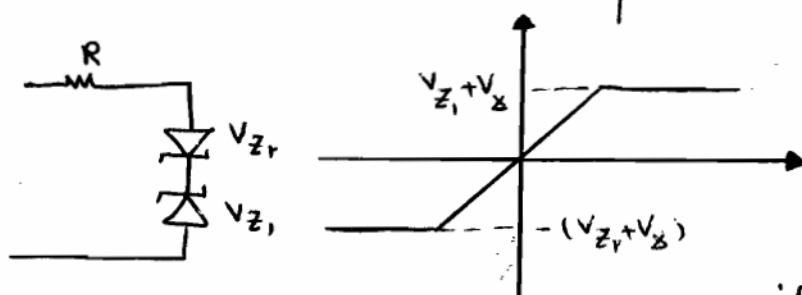
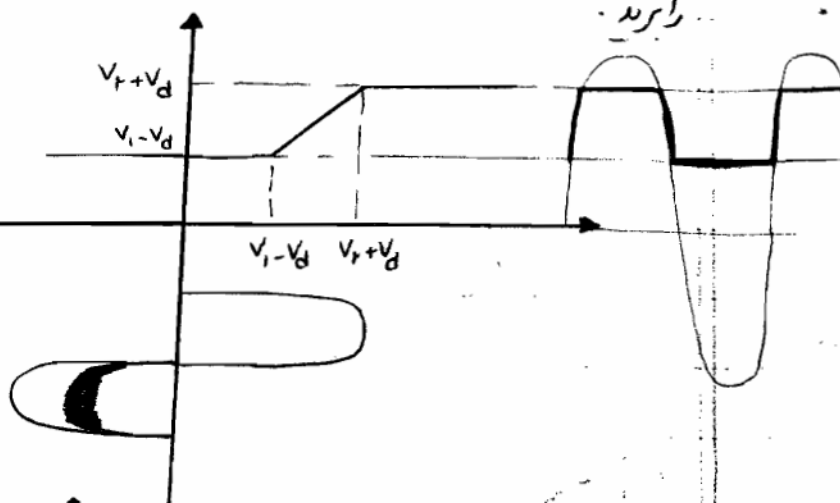
تغییر شکل موج به کمک دیود:



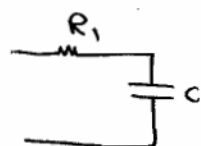
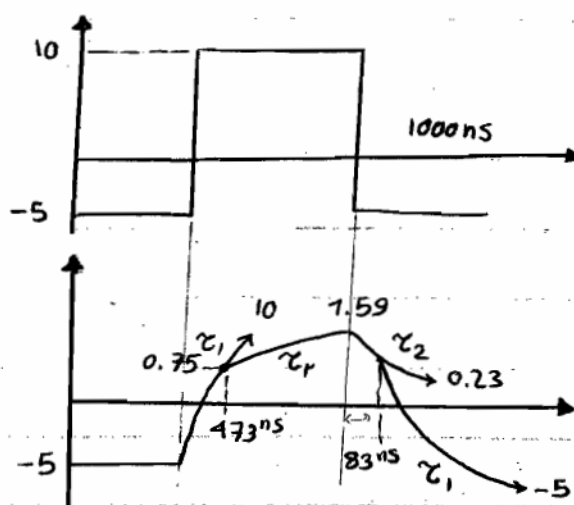
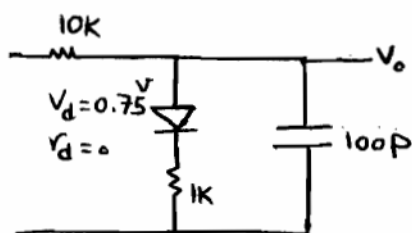


از ترکیب دو مدار فوق هم چنان می توان رسم یکنی میج

را برید



دو دیود عناصر زنجیره کننده انرژی:



$$\tau = R_1 C = 1 \mu \text{Sec}$$

$$V_{SS} = 10 \text{ V}$$

$$V_o = 10 - (10 + 5) e^{-t/\tau} \quad (1)$$

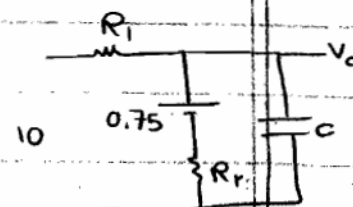
$$t = \tau_1 \ln \frac{10 - (-5)}{10 - 0.75} = 473 \text{ nsec}$$

$$V_{SSr} = \frac{(10 - 0.75)}{R_1 + R_r} R_r + 0.75 = 1.59$$

$$\tau_r = (R_1 || R_r) C = 91 \text{ nsec}$$

$$V_{SSr} = \frac{(-5 - 0.75) R_r}{R_1 + R_r} + 0.75 = 0.23$$

مهر فرقی از
(1) تبعیت می کند
تا وقتی که دیود هدایت می کند



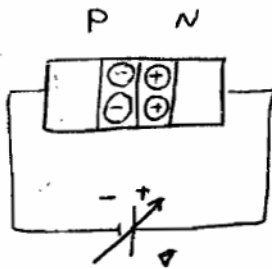
(2)

دیود

خازنهای دیود

خازنهای مخالف C. Transition

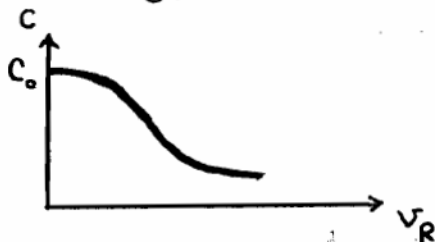
$\uparrow V \Rightarrow \uparrow$ نیمه خلیه



$$C_T = \frac{dQ}{dV}$$

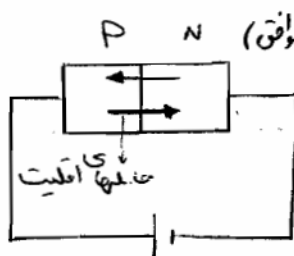
$$C_T = \frac{C_0}{(1 + 2V_R)^n}$$

$$n = \frac{1}{2} \text{ یا } \frac{1}{3}$$

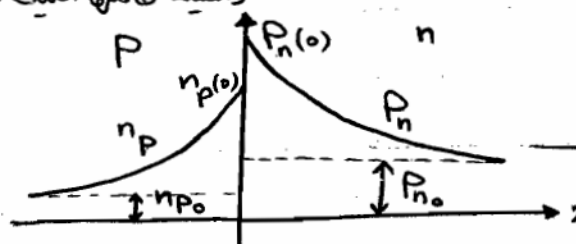


خازنهای مخالف موافق

C Diffusion



دانسیته حاملهای اقلیتی (بایک موافق)



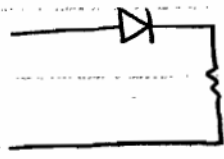
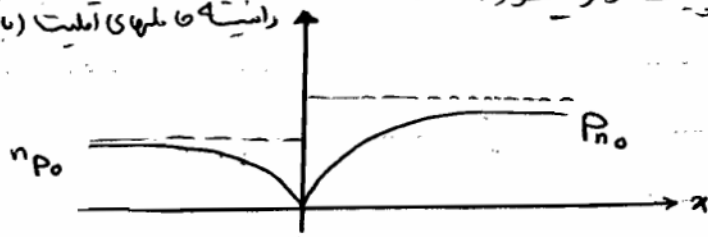
طوری شود زیرا
برسبب حرارت مقداری
الکترون و حفره بوجود
می آید

$C_D = \frac{dQ}{dV} \rightarrow$ برابر با تغییر بار که در اثر
تغییر دت رپووردی آید
دانسیته حاملهای اقلیتی (بایک مخالف)

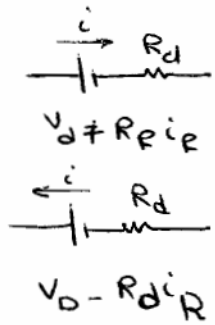
این خازن به مراتب مهمتر از خازن C_T
است در سوئیچینگ ترانزیستور.

$$C_D = \frac{dQ}{dV} = \frac{\gamma I}{\eta V_T}$$

$\gamma \equiv$ عمق متوسط حاملهای اقلیتی



$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\gamma_p} + \frac{1}{\gamma_n}$$

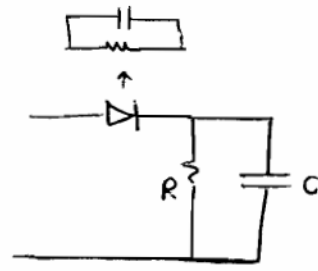


$$\Delta V = V_{D1} - V_{D2} = (i_F + i_R) R_d$$

$$\frac{d\phi}{dt} + \frac{\phi}{\tau} = -I_F \rightarrow \phi(t) = -\tau I_F + (\tau I_R + \tau I_F) e^{-t/\tau}$$

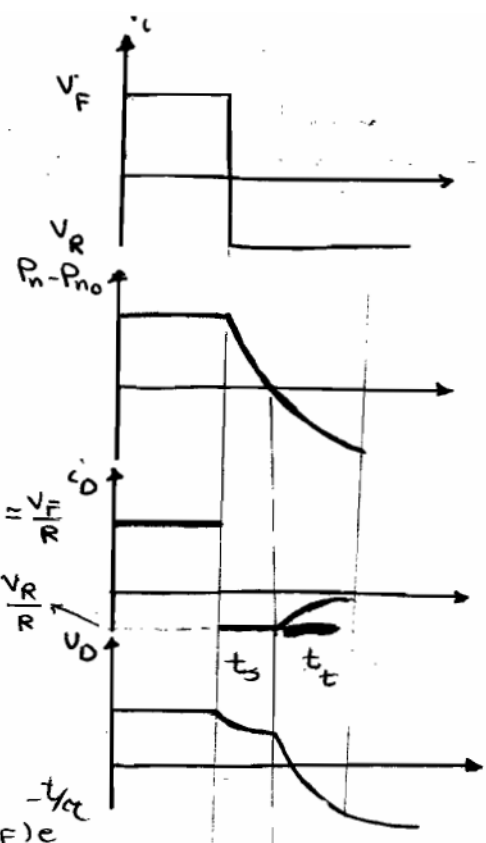
$$t_s = \tau \ln(1 + \frac{I_F}{I_R})$$

IN3071 ریزر $I_F = 30 \text{ mA}$, $I_R = 30 \text{ mA} \rightarrow t_{rr} = 50 \text{ nsec}$ → زمان سوئیچینگ زیاد است



$$C \geq \frac{\tau}{R} \frac{V_F}{V_F + V_R}$$

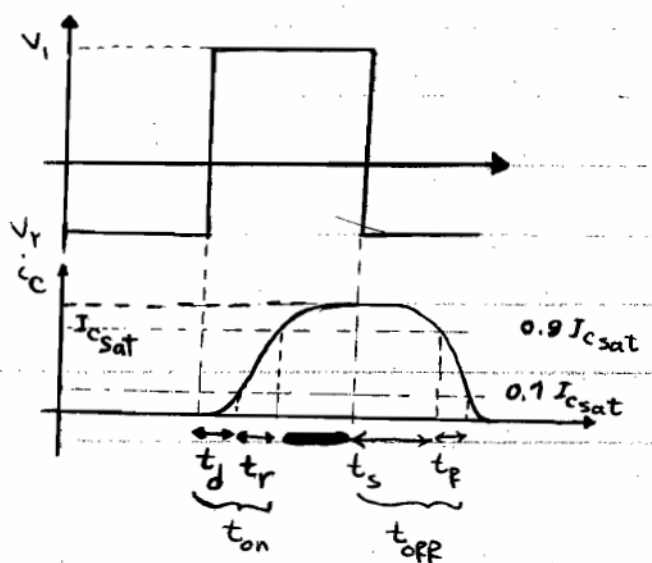
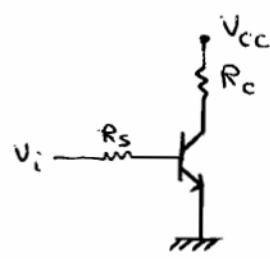
برای میران از یک فازک استفاده می گردد.
خود بود هم یک تعادست که باید فازک
موازی شده مدل می گردد.



$$t_{rr} = t_s + t_t$$

$$\ln \sec t_{rr} < 1/\mu \text{ sec}$$

زمانهای سوئیچینگ ترانزیستور:



t_d delay time تأخیر

t_r Rise time

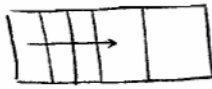
$t_{on} = t_r + t_d$ زمان کل

storage time t_s انباشتگی

Fall time t_f نزول

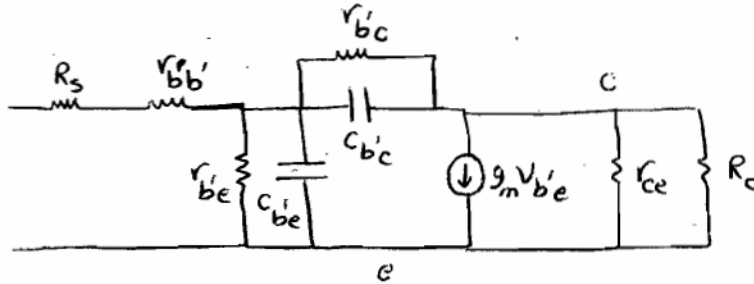
$t_{off} = t_s + t_f$ زمان قطع

با استفاده از پارامترهای سواری این زمانها را بدست می آوریم.
 t_d زمان تأخیر:



سه عامل در t_d موثر است

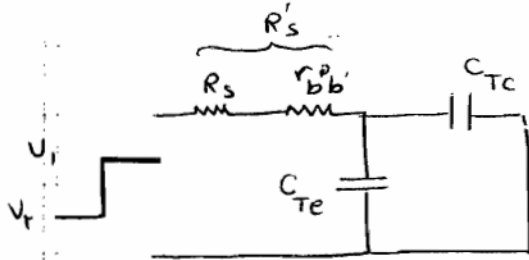
- 1- t_d پر شدن خازنهای اتصال
- 2- t_d عبور جریان از بیس و رسیدن به کلتور
- 3- t_d زمانی برای افزایش جریان کلتور به 10% مقدار نهایی



در زمان روشن شدن ترانزیستور $g_m = \frac{I_c}{V_T} = \dots$
 و چون در زمان قطع ولتاژ کلتور تغییر نمی کند

$$r_{be} = \frac{h_{fe}}{g_m} = \infty \quad r_{bc} = \frac{r_{be}}{h_{fe}} = \infty$$

پس برای از لحاظ A.C اتصال کوتاه است.

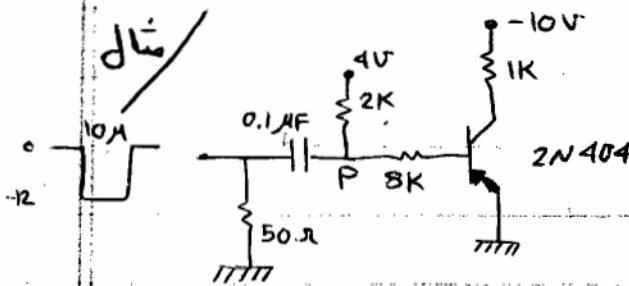


$$t_{d1} = R_s (C_{Te} + C_{Tc}) \ln \frac{V_1 - V_2}{V_1 - V_x}$$

زمان طولی کشیده که خازنهای کپاسیتانس شارژ شده بودند به پایت می افتد و موافق بر سینه

باز یاد کردن V_1 نسبت به V_2 مقدار t_{d1} کاهش می یابد.

هر چه V_2 (از لحاظ مقدار) کمتر باشد t_{d1} کمتر است. $\text{if } V_2 = V_x \rightarrow t_{d1} = 0$



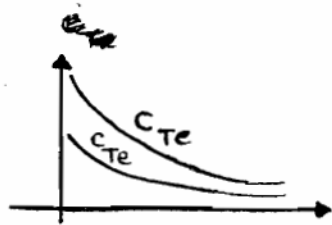
$$V_2 = 4V \quad V_x = 0.1V$$

$$V_1 = -8V$$

وقتی ولتاژ ورودی ضرایب فزون به اندازه 4V شارژ

می شود پس $V_2 = 4V$

وقتی که ولتاژ ورودی به 12V می رسد فزون هم ولتاژ 4V است پس $V_1 = -8V$



حاصل اتصال بر حسب دو ریسونه تقسیم می کنند.

$$V_{b'e} = V_i - (V_i - V_r) e^{-t/\tau} \quad \tau = R_s'(C_{Te} + C_{Tc})$$

$$C_{Te}(4V) = 6 \text{ pF}$$

$$C_{Te}(0.1V) = 12 \text{ pF}$$

$$C_{Tc}(14V) = 7 \text{ pF}$$

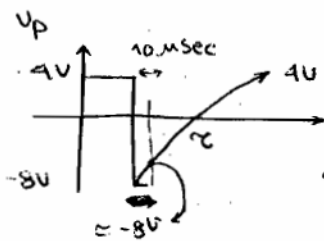
$$C_{Tc}(9.9V) = 7 \text{ pF}$$

$$(C_{Te} + C_{Tc})_{\max} = 19 \text{ pF}$$

$$t_{d1} = 8^k (19 \text{ pF}) \ln \frac{-8+4}{-8+0.1} = 64 \text{ ns}$$

$$\ln = 2.3 \log$$

زمان سوئیچینگ از این مقدار کمتر است.



$$\tau = 2k \times 0.1 \mu = 200 \mu \text{sec} \gg 10 \mu \text{sec}$$

۱۰ میکرون زمان پهنای پالس منفی
۱۰ میکرون باشد و ولتاژ از -۸V حاصل می شود یعنی تغییر دما می توانیم به تقریباً -۸V کنیم

t_{dr} : زمانی که در ولت داریم حاصلها عرض ناحیه پس را طی می کنند برابر است با:

$$t_b = \frac{1}{\omega_T}$$

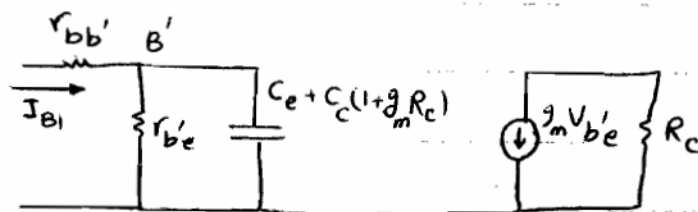
$$t_{dr} = \frac{1}{3} t_b = \frac{1}{3\omega_T}$$

For 2N404

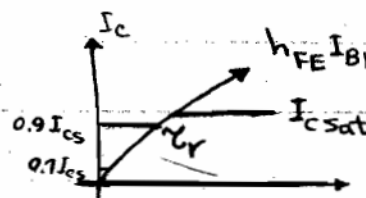
$f_T = 10 \text{ MHz} \rightarrow$ فرکانس بهره دهی

$$t_{dr} = \frac{1}{3 \times 2\pi \times 10} \mu = 5 \text{ nsec}$$

Rise time



$$I_{B1} = \frac{V_i - V_{be}}{R_s}$$



$$I_{C_{ss}} = g_m V_{be} = g_m I_{B1} r_{be} = h_{FE} I_{B1}$$

خارجی باز
می شوند

در حالت steady state

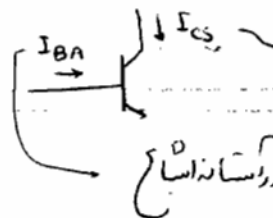


$$\tau_r = r_{be} C_e + r_{be} C_c \frac{g_m R_c}{g_m}$$

$$C_e = \frac{g_m}{\omega_T R_T} \quad r_{be} = \frac{h_{FE}}{g_m}$$

$$\rightarrow \tau_r = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_T} + C_c R_c \right)$$

$$N_1 = \frac{h_{FE} I_{B1}}{I_{CS}} = \frac{h_{FE} I_{B1}}{h_{FE} I_{BA}} = \frac{I_{B1}}{I_{BA}}$$



جریان ترانزیستور را در استاندارد است

تکرار می ده

overdrive Factor
مقدار جریانی که بیشتر از مقدار استاندارد است

$$t_{d3} = t_{c.1} = \tau_r \ln \frac{1}{1 - \frac{0.1}{N_1}}$$

$$t_r = t_{0.9} - t_{0.1} = \tau_r \ln \frac{1 - \frac{0.1}{N_1}}{1 - \frac{0.9}{N_1}}$$

$$t_r = \tau_r \ln \frac{1}{1 - \frac{0.9}{N_1}} \approx \tau_r \ln \left(1 + \frac{0.9}{N_1} \right)$$

← $N_1 \gg 1$ اگر

$$\text{if } x \ll 1 \rightarrow \frac{1}{1-x} \approx 1+x$$

$$\ln(x+1) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \dots$$

$$\ln \left(1 + \frac{0.9}{N_1} \right) = \frac{0.9}{N_1} - \left(\frac{0.9}{N_1} \right)^2 \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \left(\frac{0.9}{N_1} \right)^3 - \dots$$

$$\rightarrow \Rightarrow t_r = \frac{0.8}{N_1} \tau_r = \frac{0.8}{h_{FE}} \cdot \frac{I_{CS}}{I_{B1}}$$

$$\frac{\tau_r}{h_{FE}} \downarrow \quad \frac{1}{\omega_T} \downarrow \quad \omega_T \uparrow \Rightarrow t_r \downarrow$$

خطا 11% ← $N_1 \geq 5$ اگر

$$I_{B1} \uparrow \Rightarrow t_r \downarrow$$

مثال /
 $f_T = 10 \text{ MHz}$
 $h_{FE} = 100$
 $t_{d3}, t_r = ?$

$$\tau_r = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_T} + C_C R_C \right)$$

$$\frac{\tau_r}{h_{FE}} = \frac{1}{\omega_T} + C_C R_C = \frac{1}{2\pi \times 10 \times 10^6} + 7 \times 10^{-12} \times 10^4 = 23 \text{ nSec}$$

$$\rightarrow I_{CS} = \frac{V_{CC}}{R_C} = -10 \text{ mA}$$

$$I_{B1} = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_S} = \frac{-8 - (-0.3)}{8 \text{ K}} = -0.96 \text{ mA}$$

$$\rightarrow I_{BA} = \frac{I_{CS}}{h_{FE}} = -0.1 \text{ mA}$$

$$N_1 = \frac{I_{B1}}{I_{BA}} \approx 10$$

$$t_r = 0.8 \times 23 \left[\frac{-10}{-0.96} \right] = 186 \text{ nSec}$$

اکثریت حامل مربوط به ω_T است

$$t_r = 0.8 \frac{\tau_r}{h_{FE}} \cdot \frac{I_{CS}}{I_{B1}}$$

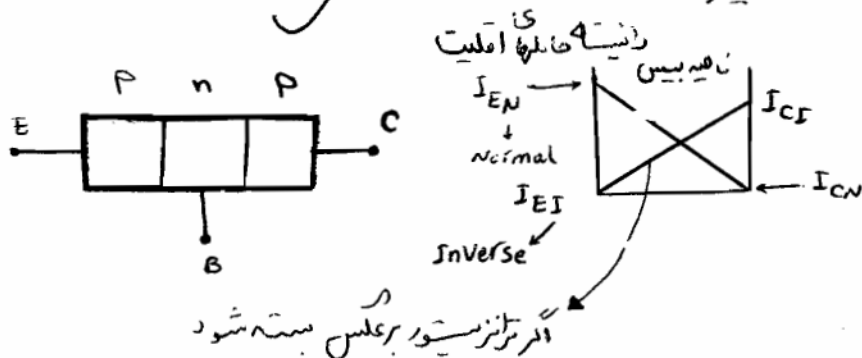
$$t_{d3} = t_{0.1} = \tau_r \ln \frac{1}{1 - \frac{0.1}{N_1}}$$

$$t_{d3} = \frac{t_r}{0.8} = 23 \text{ nSec}$$



زمان ایستایی

$t_s = t_{s1} + t_{sr}$ مدت زمانی که ترانزیستور در اشباع مانده و صرفاً لگتور تغییر می‌کنند
 t_{sr} مدت زمانی که جریان لگتور تغییر می‌کند تا وقتی که به 0.9 مقدار اشباع برسد.



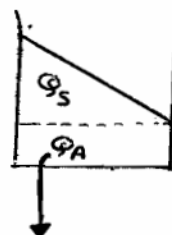
$$I_{CN} = -\alpha_N I_{EN}$$

$$I_{EI} = -\alpha_I I_{CF}$$

اگر ترانزیستور برعکس بسته شود

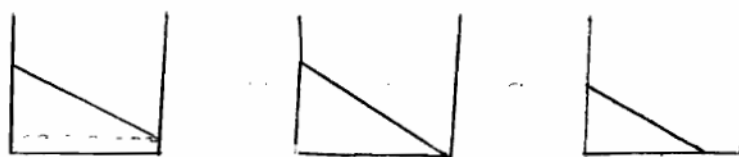
$$I_E = I_{EN} + I_{EI}$$

$$I_C = I_{CN} + I_{CI}$$



در حالت اشباع رانسته برابر است با
 مجموع رانسته ها تا قبل

حاملهای اقلیت اضافی زنده شده در بیس (ت_{s1} زمانی است که این حاملها از بیس تخلیه گردند)



حاملهای اقلیت اضافی نمی‌توانند تخلیه می‌گردند

$$I_C = I_{CS} = \frac{V_{CC}}{R_C}, \quad I_{B1} = \frac{V_i}{R_s}, \quad I_E = I_{EI} = -(I_{CS} + I_{B1})$$

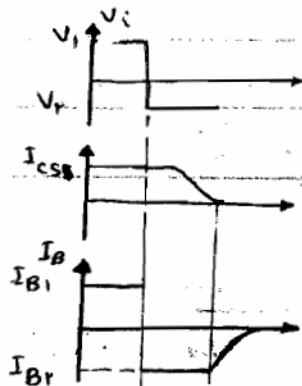
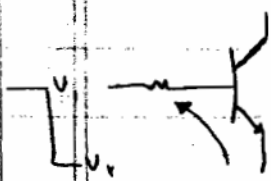
$$I_{EI} = -\alpha_I \frac{I_C + \alpha_N I_E}{1 - \alpha_N \alpha_I}$$

اگر I_{EI} همیشه در تراز I_{CF} صفر می‌شود
 اگر I_{EI} صفر شود، I_{CF} هم صفر خواهد بود.

$$t_{s1} = \tau_s \ln \frac{I_{B1} - I_{B2}}{I_{BA} - I_{B2}}$$

$$I_{B2} = \frac{V_i}{R_s} \rightarrow \text{جایانی است که باید}$$

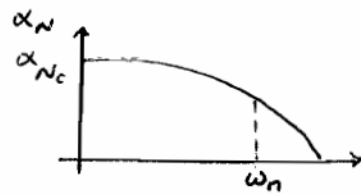
در جهت عکس از ترانزیستور عبور کنند



شکل مربع جریانی
 در این ترانزیستور

$$\tau_s = \frac{\omega_n + \omega_I}{\omega_n \omega_I (1 - \alpha_{Nc} \alpha_{Io})}$$

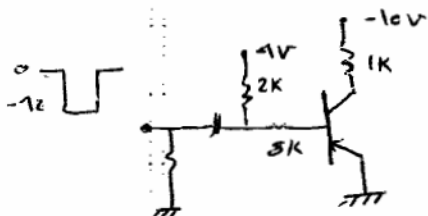
α یک پارامتر است.



$$\alpha_N = \frac{\alpha_{Nc}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_n}}$$

$$\alpha_I = \frac{\alpha_{Io}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_I}}$$

مثال: در مدار داده شده فوق خواهم بینم
 $t_{s1} = ?$ ← چقدر است و اگر $V_r = 0$ باشد



$$R_T = 10 \text{ MHz}$$

$$h_{FE} = 100$$

$$h_{FE} = 100 \quad R_n = 1.2 R_T \quad R_I = 1 \text{ MHz}$$

$$\alpha_{Nc} = 0.9 \quad \alpha_{Io} = 0.5$$

$$I_{B1} = \frac{-8}{8K} = -1 \text{ mA} \quad I_{B2} = \frac{4}{8} = 0.5 \text{ mA} \quad I_{BA} = \frac{I_{Cs}}{h_{FE}}$$

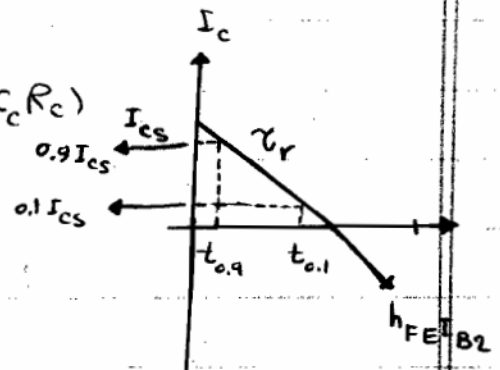
$$\tau_s = \frac{2\pi(12+1)}{(2\pi)^2(12 \times 1)} = [1 - (0.9)(0.5)] = 0.34 \mu\text{sec}$$

$$\rightarrow t_{s1} = 0.34 \ln \frac{-1-0.5}{-0.1-0.5} = 0.31 \mu\text{sec}$$

$$\text{if } V_r = 0 \rightarrow I_{B2} = 0 \rightarrow t_{s1} = 0.78 \mu\text{sec}$$

$t_{s2} \rightarrow$
 Fall time disj

$$\tau_p = \tau_r = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_r} + C_c R_c \right)$$



$$N_2 = \frac{-h_{FE} I_{B2}}{I_{Cs}} \rightarrow$$

$$t_{s2} = t_{0.9} = \tau_r \ln \frac{1 + \frac{1}{N_r}}{1 + \frac{0.9}{N_r}}$$

$$t_{0.1} = \tau_r \ln \frac{1 + \frac{1}{N_r}}{1 + \frac{0.1}{N_r}}$$

$$t_p = t_{0.1} - t_{0.9} = \tau_r \ln \frac{1 + \frac{0.9}{N_r}}{1 + \frac{0.1}{N_r}}$$

$$\text{if } N_r \gg 1 \rightarrow t_p = \tau_r \ln \left(1 + \frac{0.9}{N_r} \right)$$

$$\rightarrow t_p = \frac{0.8 \tau_r}{N_r} = -0.8 \frac{\tau_r}{h_{FE}} \cdot \frac{I_{Cs}}{I_{B2}}$$

مثال

$$t_p, t_{s2} = ?$$

$$I_{B2} = -0.5 \text{ mA}$$

$$I_{CS} = -10 \text{ mA}$$

$$h_{FE} = 100$$

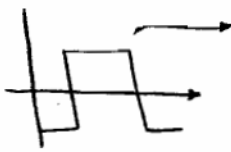
$$\frac{\tau_r}{h_{FE}} = 23 \text{ nSec}$$

$$N_F = \frac{-100 \times 0.5}{-10} = 5$$

$$\rightarrow t_p = 23 \times 100 \ln \frac{1 + \frac{0.9}{5}}{1 + \frac{0.1}{5}} = 335 \text{ nSec}$$

$$\rightarrow t_{s2} = t_{0.9} = 23 \times 100 \ln \frac{1 + \frac{1}{5}}{1 + \frac{0.9}{5}} = 39 \text{ nSec} \quad t_s = t_{s1} + t_{s2} = 310 + 39 = 349 \text{ nSec}$$

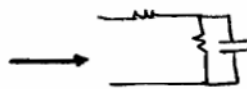
$$\rightarrow t_{off} = t_s + t_p = 349 + 335 = 680 \text{ nSec}$$



$$V_i \uparrow \rightarrow t_{on} \downarrow$$

$$|V_{pi}| \uparrow \rightarrow t_{off} \downarrow$$

فازن میران کشته
(سرعت) (هنده)

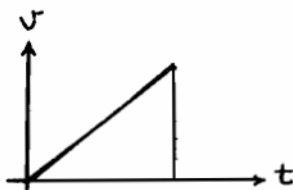


$$RC = \tau_b \text{ برای بهترین زمان خروجی}$$

عمر متوسط حامله اقلیت

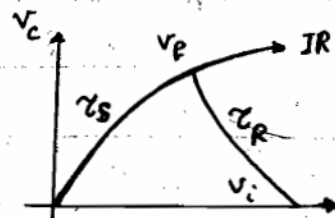
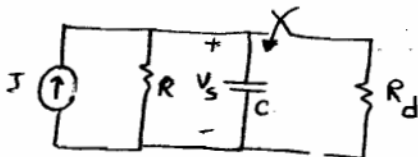
$$\tau_b = \frac{h_{pe}}{\omega_T}$$

با افزایش بار، زمان کشته
زمانهای سوئیچینگ را کاهش می دهد



سوئیچهای ولتاژ:

بی خواهم بیدارم سوچ زمانه اراده چگونگی تولید می شود
ولتاژ کاملاً خطی بازمان تغییر می کند.



$$V_{SS} = IR$$

$$\tau_s = RC$$

$$V_{SSR} = (R_1/R_D) I$$

$$\tau_R = (R_1/R_D) C$$

$$V_S = V_{SS} - (V_{SS} - V_C) e^{-t/\tau_s}$$

$$T_s = \tau_s \ln \frac{V_{SS} - V_C}{V_{SS} - V_P}$$

هرچه R بزرگتر باشد بهتر است زیرا با بزرگ شدن R زمان زیاد می شود.

SS هم زیاد می شود، می توانیم قسمتی را خطی بگیریم. هرچه R_D کمتر باشد بهتر است زیرا زمان کمتری

طول می کشد تا به مقدار اولیه برسد.

ایده آل $R_d = 0$ و $R = \infty$ نمی توانیم T_s را حساب کنیم. راه حل:

$$V_s = \frac{1}{C} \int I dt \rightarrow V_s = \frac{I}{C} t \rightarrow V_F - V_i = \frac{I}{C} T_s$$

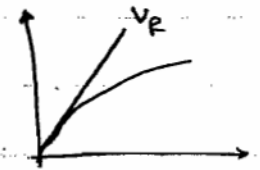
یعنی برای داشتن سوئیچ فکری باید خازن را با منبع جریان I شارژ کنیم. با سطر اگسیشنال فوق در معادله سوئیچ فکری و با توجه به اینکه C بزرگ است. سوئیچ فکری بدست می آید. یا بار داشتن سبب اولیه و داشتن یک نقطه معادله سوئیچ فکری بدست می آید.

$$V_s(t) = V_i + \frac{V_{ss} - V_i}{\tau_s} t \rightarrow \text{خط تقریب شده}$$

اگسیشنال

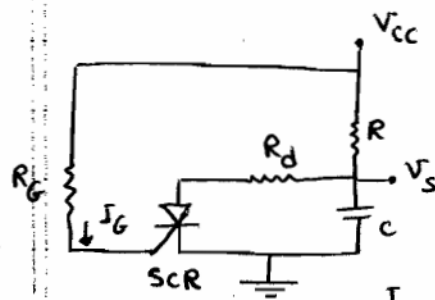
$$V_s(t) = V_i + \frac{V_{ss} - V_i}{\tau_s} t$$

$$T_s = \tau_s \frac{V_F - V_i}{V_{ss} - V_i}$$

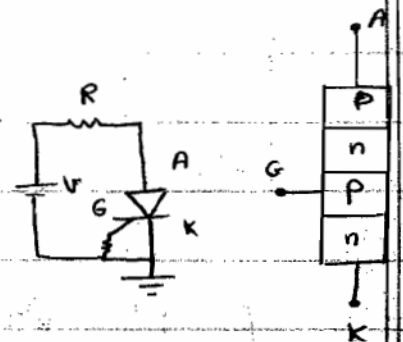
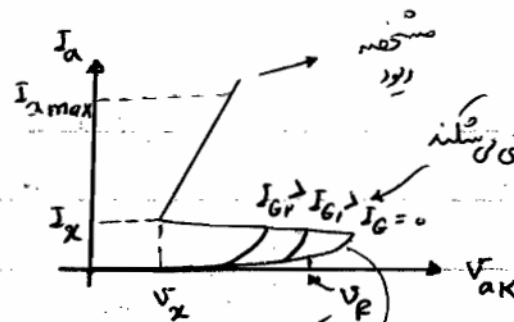


اگر $V_s = V_F - V_i \approx 0.8 (V_{ss} - V_i) \rightarrow \text{خطا} \leq 20\%$

دانه سوئیچ



Silicon controlled Rectifier : SCR
thyristor



ولتاژی که SCR روشن می شود

در ولتاژهای مختلف جریان نمی کشد

اگر ولتاژ را کم کنیم تا جریان کمتر از I_x شود

SCR خاموش می شود و برای روشن کردن آن

ولتاژ زیاد V_F لازم است. ابتدا چون ولتاژ خازن کم است SCR روشن نمی شود تا به V_F برسد.

وقتی روشن شد خازن با R_d شارژ می شود تا جریان کمتر از I_x شود و دوباره شارژ می شود.

از $V_{c,ss}$

$$\tau_R = (R + R_D)C$$

* فقط R_G را تغییر می‌دهد و درجه‌بندی آنده - مانند نقشه‌ی زاردر.

$$V_{SSR} = V_{CC} \frac{R_D}{R + R_D} + V_X \frac{R}{R + R_D}$$

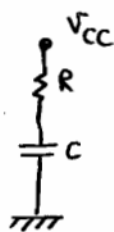
SCR وقتی خاموش می‌شود که از R_D ، I_X (بایکتر)

گذرد.

$$V_i = I_X R_D + V_X \quad V_{SSR} \approx V_X$$

ن بار زدن
سوییچ

$$T_R = \tau_R \ln \frac{V_{SSR} - V_F}{V_{SSR} - V_i} \rightarrow I_X R_D + V_X$$



$$\tau_S = RC$$

$$V_{SS} = V_{CC} \rightarrow T_S = \tau_S \ln \frac{V_{SS} - V_i}{V_{SS} - V_F}$$

ساختن سوییچ:

SCR قطع می‌شود

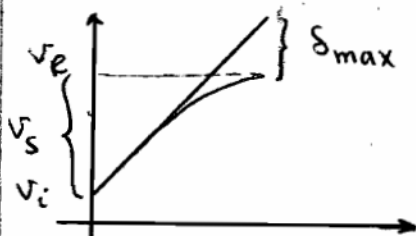
$$\frac{V_F - V_X}{R_D} \leq I_{amax} \rightarrow R_D \geq \frac{V_F - V_X}{I_{amax}}$$

باز
C

$$\frac{V_{CC} - V_X}{R + R_D} < I_X$$

برای اینکه SCR بتواند خاموش شود باید $V_i > V_{SSR}$

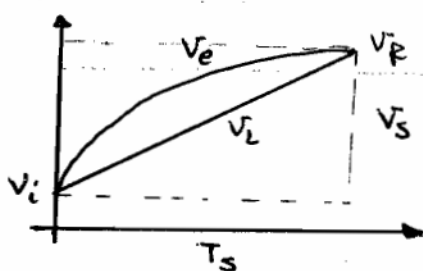
$$R \geq \frac{V_{CC} - V_X}{I_X} \approx \frac{V_{CC}}{I_X}$$



خطی بودن سوییچ:

$$NL = \frac{\delta_{max}}{V_s} \rightarrow \text{غیر خطی بودن}$$

در این روش غیر خطی بودن زیاد می‌شود.



$$\delta(t) = V_e(t) - V_i(t) \rightarrow NL = \frac{\delta_{max}}{V_s}$$

در ادامه پیچیدگی سوییچ به سه معادله غیر خطی است:

$$V_L(t) = \frac{V_s}{T_s} t$$

$$V_e(t) = V_{ss} - (V_{ss} - V_i) e^{-t/\tau_s} - V_i = (V_{ss} - V_i) (1 - e^{-t/\tau_s})$$

$$V_e(t) \Big|_{t=T_s} = V_s \longrightarrow V_{ss} - V_i = \frac{V_s}{1 - e^{-T_s/\tau_s}} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow V_e(t) = \frac{V_s}{1 - e^{-T_s/\tau_s}} (1 - e^{-t/\tau_s})$$

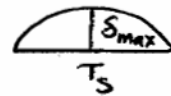
معادله الکینشال بر حسب معادری که داریم.

حال δ_{max} را بدست می آوریم. t نسبت به τ_s یا T_s نسبت به τ_s خیلی کوچک هستند زیرا قسمت خطی و کوفی از تابع γ را در نظر گرفتیم.

$$e^{-t/\tau_s} = 1 - \frac{t}{\tau_s} + \frac{t^2}{2! \tau_s^2} - \dots$$

$$V_e(t) = \frac{\tau_s V_s}{T_s (1 - \frac{T_s}{2\tau_s})} \left[\frac{t}{\tau_s} - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{\tau_s} \right)^2 \right] \longleftarrow \text{با در نظر گرفتن سه جمله بسط}$$

$$\delta_{max} = V_e(t) - V_L(t) \Big|_{t=\frac{T_s}{2}} \longrightarrow \text{زیر قسمتی از تابع γ را می توانیم قسمتی از زیره در نظر بگیریم.}$$



$$\longrightarrow \delta_{max} = V_s \left[\frac{T_s}{2\tau_s} - \frac{1}{16} \left(\frac{T_s}{\tau_s} \right)^2 \right] \approx \frac{V_s T_s}{2\tau_s}$$

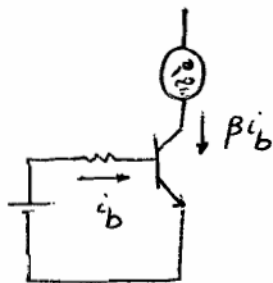
$$NL = \frac{\delta_{max}}{V_s} = \frac{T_s}{2\tau_s} \longrightarrow NL \text{ dB} = 11.5 \frac{T_s}{\tau_s}$$

یعنی سوییچی که به صورت خط تقریب میزنیم دارای درجه غیر خطی به صورت فوق است.

$$T_s = \tau_s \ln \frac{V_{ss} - V_i}{V_{ss} - V_F} \rightarrow \frac{T_s}{\tau_s} = \ln \frac{V_{ss} - V_i}{V_{ss} - V_F} = \ln \frac{1 - \frac{V_i}{V_{ss}}}{1 - \frac{V_F}{V_{ss}}} \quad V_i, V_F < V_{ss}$$

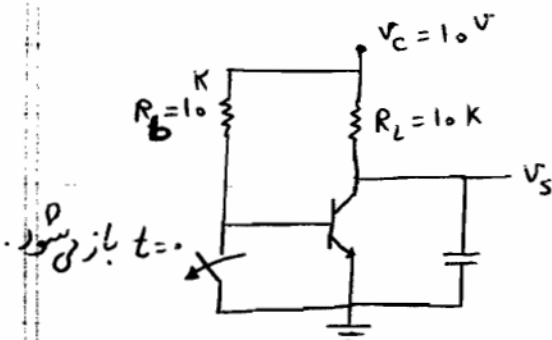
$$\rightarrow \frac{T_s}{\tau_s} = \ln \left(1 - \frac{V_i}{V_{ss}} \right) \left(1 + \frac{V_F}{V_{ss}} \right) \rightarrow \frac{T_s}{\tau_s} = \ln \left(1 + \frac{V_F - V_i}{V_{ss}} - \frac{V_i V_F}{V_{ss}^2} \right)$$

$$\frac{T_s}{\tau_s} \approx \ln \left(1 + \frac{V_F - V_i}{V_{ss}} \right) \approx \frac{V_s}{V_{ss}} \rightarrow \tau_s = 12.5 \frac{V_s}{V_{ss}}$$

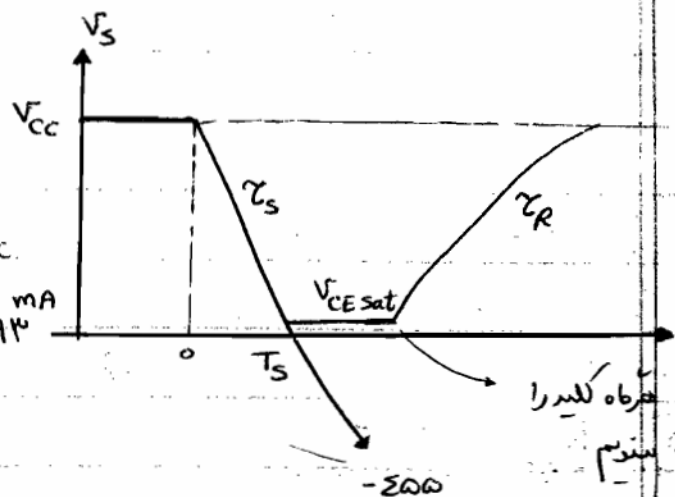


رشد دیگر ساختن سوییچ:

ترانزیستور به عنوان منبع جریان ثابت کار می‌رود. که از آن برای شارژ خازن استفاده می‌کنیم.



$\beta = 50$ ، V_s را بر حسب t رسم کنید.



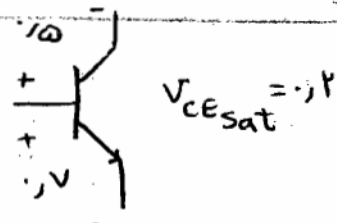
$t = 0^-$ کلید بسته $T: off \rightarrow V_s = V_{cc}$

$t = 0^+$ کلید باز $\rightarrow I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_b} = 93 \mu A$

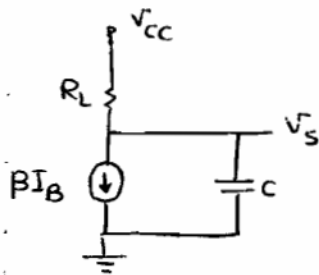
$I_c = \beta I_B = 4.95 \text{ mA}$

T جریان اشباع $= \frac{10}{10K} = \frac{V_{cc}}{R_L} = 1 \text{ mA}$

به نظر می‌رسد T به اشباع می‌رود



چون خازن تغییر دهنده بار الکتریکی نمی‌دهد. $V_{CE} = 10 > 0.2 V$ پس در منطقه فعال است و جریان توسط خازن تأمین می‌شود.



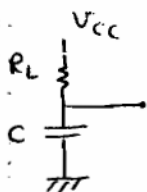
چون منبع جریان وابسته ثابت است اگر بار در نظر نمی‌گیریم $\tau_s = RC$

$$V_{SS} = V_{CC} - \beta I_B R_L = -455$$

چون 10^5 از 455 را بر داشته ایم این قسمت خطی است.

$$T_s = \tau_s \frac{V_P - V_i}{V_{SS} - V_i} = \tau_s \frac{V_{CEsat} - V_{CC}}{V_{CC} - \beta I_B R_L - V_{CC}} = 0.21 \tau_s$$

$$1/NL = 12.5 \frac{T_s}{\tau_s} = 0.265$$



بازگشت: کله مجدداً بسته $\leftarrow T$ قطع \leftarrow مدار معادل

$$\tau_R = \tau_s = R_L C$$

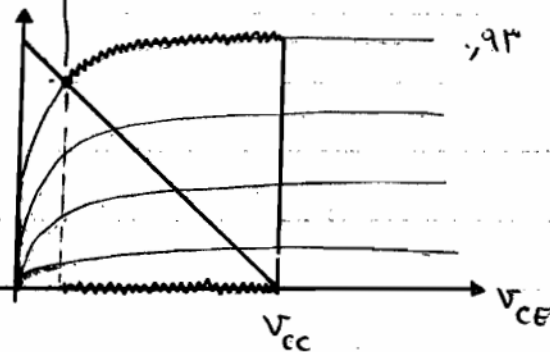
$$T_R = 4 \tau_R \gg T_s \quad \text{بازگشت}$$

اسفالت این سوئیچ:

در بازگشت طولانی زیرا اگر به V_{CC} برگردد نمی‌توانیم دوباره سوئیچ را باز کنیم.

۲- وابستگی زمان به β : با تغییر β زمان سوئیچ تغییر می‌کند.

* اگر به جای R_L مقاومت متغیر قرار دهیم می‌توانیم زمان سوئیچ را تغییر دهیم.
 فرایه کله بسته شود.



سوال: تغییر دهنده بار در انداد خط سیاه است یا

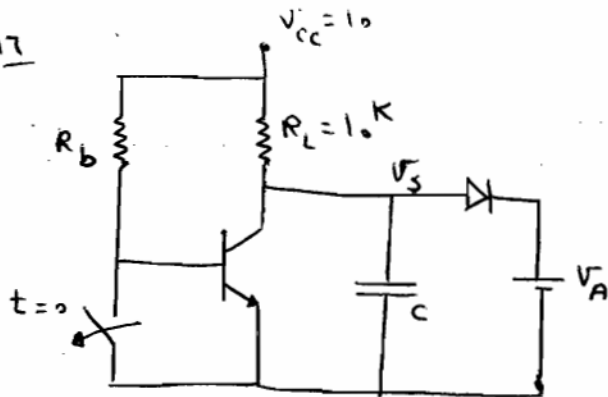
خبر به میرا

وقتی کله قطع می‌شود V_{CE} روی خط افقی تغییر می‌کند

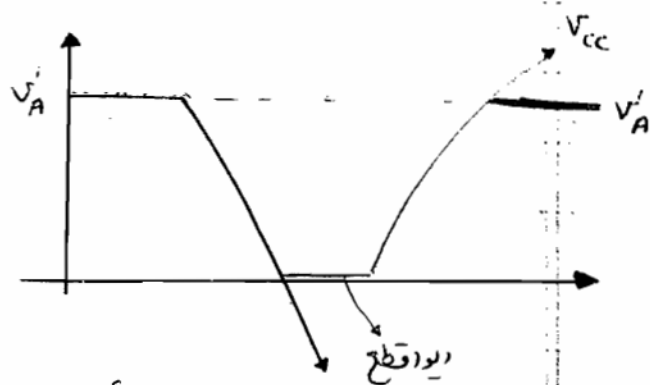
وقتی وصل شود به ازای جریان 0.93

ناصیه فعال دهنده خورد است.

17



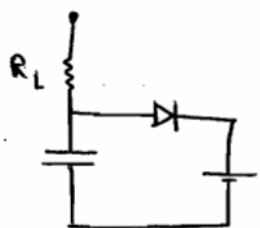
کنترل ولتاژ بزرگ سوئیچ :



$$V_A = V_A + V_D \text{ ، کلید بسته } T_{ON} \rightarrow V_S = V_A$$

سوئیچ مانند کل سافت ریوید $T_{ON} \rightarrow$ کلید باز

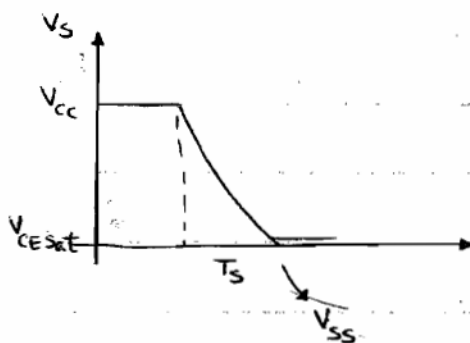
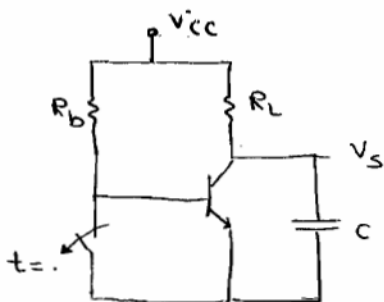
$$T_S = \tau_S \frac{V_{CEsat} - V_A}{V_{CC} - \beta I_B R_L - V_A} \approx \tau_S \frac{V_A - V_{CEsat}}{\beta I_B R_L} \rightarrow \text{بازرسی زمان سوئیچ عوض می شود}$$



بار تست : $\tau_R = RC$ $T_R = \tau_R \ln \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{V_{CC} - V_A}$

زیر تابع غایب در $V_A = 10V_{CC} \rightarrow T_R = 0.69 \tau_R$ یعنی 1/4 است قبل τ_R به سرعت تغییر میکند.

توان مورد نیاز به عنوان منبع جریان ثابت



$$\tau_S = R_L C$$

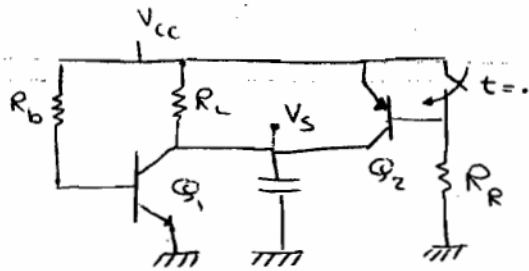
$$V_{SS} = V_C - \beta I_B R_L$$

$$\tau_R = R_L C$$

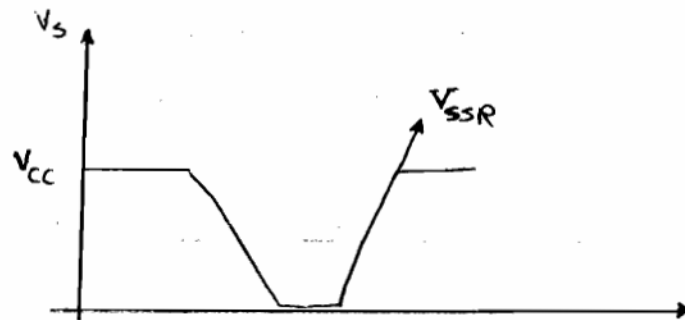
$$T_S = \tau_S \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{\beta I_B R_L}$$

$$NL/\% = 0.265/\%$$

مورد اول صورت:



ابتدا کله باز:



ابتدا کله باز هر دو ترانزیستور ON

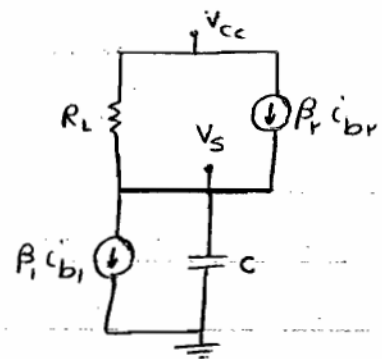
$$V_o = 0 \rightarrow V_o \approx V_{cc}$$

در $t=0$ کله بسته Q_1 : OFF Q_2 : ON \rightarrow پس مانند حالت قبل سوییچ سافت می شود

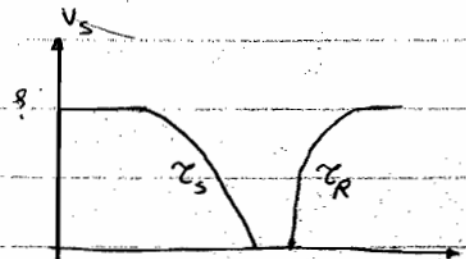
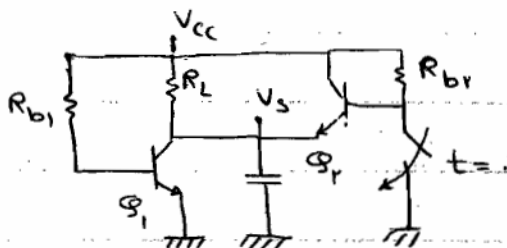
بازگشت سوییچ \rightarrow هر دو ترانزیستور فعال می شود
کله مجدداً باز

$$\tau_R = R_L C$$

$$V_{ssr} = V_{cc} + (\beta_r i_{br} - \beta_i i_{bi}) R_L$$



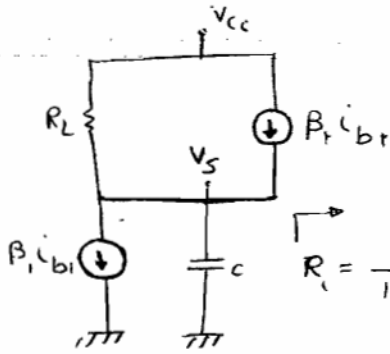
$$\text{if } \beta_r i_{br} > \beta_i i_{bi} \rightarrow V_{ssr} > V_{cc}$$



$V_o = 0$ کله ابتدا باز: هر دو ترانزیستور ON

در $t=0$ کله بسته Q_1 : active, Q_2 : OFF
درمانه حالت قبل سوییچ سافت می شود

۱۷



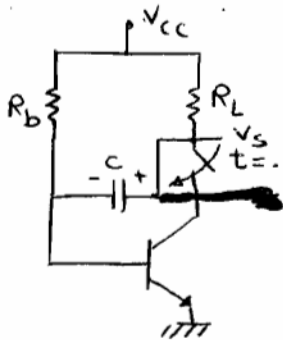
کلید مجدداً باز: ورودی ترانزیستور فعال

$$\tau_R = (R_L \parallel \frac{R_{br}}{1 + \beta_r}) C$$

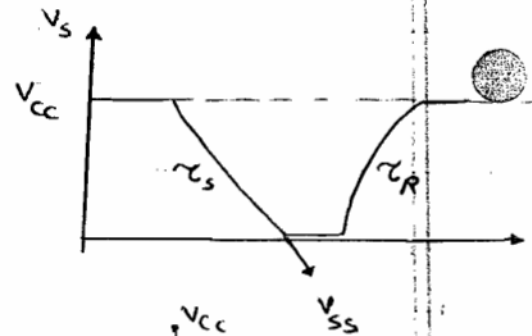
نیابت زمانی کوکوشه رسوب
مازن کمتر بازی کرد

$$V_{SSR} =$$

سوئیچ میلر: (خطی کردن با فیدبک عرضی)



ابتدا کلید باز: ترانزیستور قطع

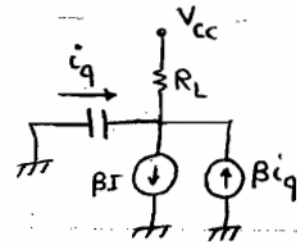
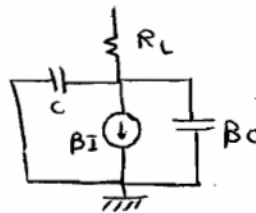
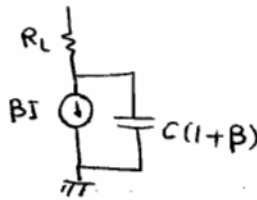
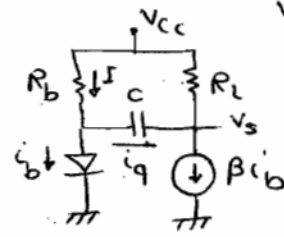


کلید t=0 بسته می شود ترانزیستور فعال



$$I = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_b}$$

$$i_b = I - I_q$$



$$\tau_S = R_L C (1 + \beta)$$

$$V_{SS} = V_{CC} - \beta I R_L$$

$$T_S = \tau_S \frac{V_P - V_i}{V_{SS} - V_i} = R_L C (1 + \beta) \frac{V_{CEsat} - V_{CC}}{V_{CC} - \beta I R_L - V_{CC}}$$

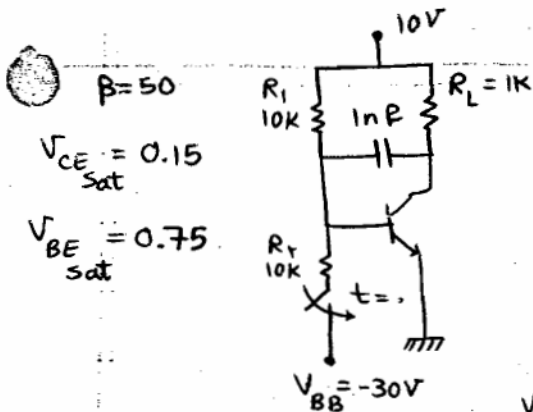
$$T_S \approx \frac{V_{CC}}{I} C \approx R_L C \quad \beta \text{ مستقل}$$

بازگشت: کلید مجدداً باز می شود.

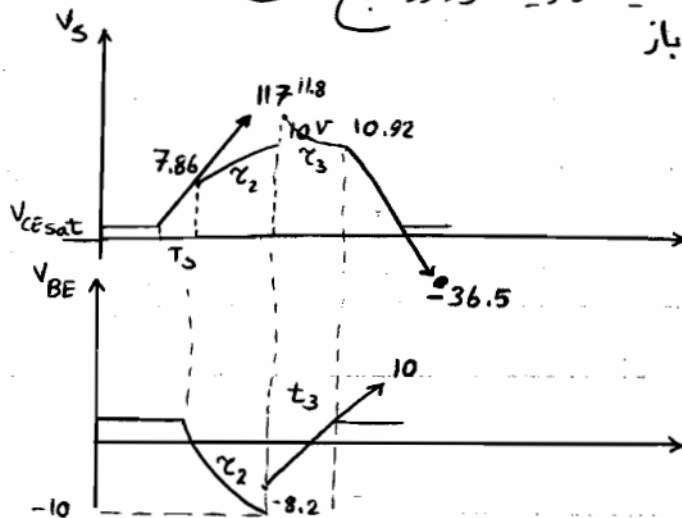
ترانزیستور قطع: T: off

$$\tau_R = R_L C$$

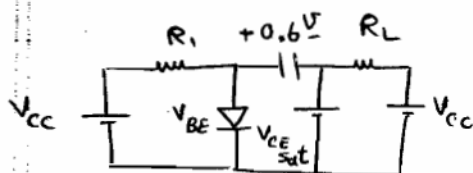
بازگشتن طولانی است



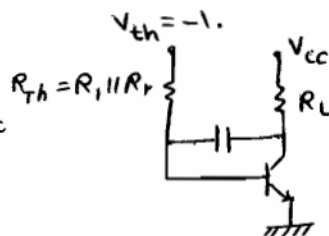
سوئیچ میلر با صورتی
 در $t=0$ کلید و ترانزیستور در اشباع است.
 باز



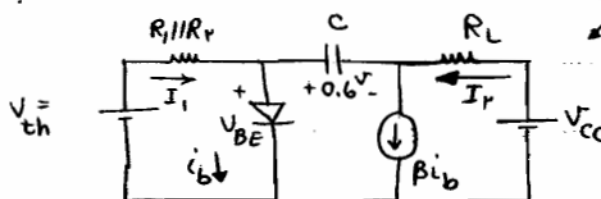
در $t=0$ کلید بسته می شود.
 فرض کنیم ترانزیستور به ناحیه فعال برود



قبل از بستن کلید ($t=0$)



بعد از بستن کلید ($t=0$)



$$I_1(0^+) = \frac{V_{th} - V_{BE}}{5K} = -2.14 \text{ mA}$$

$$I_r(0^+) = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_L} = 9.85 \text{ mA}$$

$$I_r - \beta i_b = -I_1 + i_b \rightarrow i_b = \frac{I_1 + I_r}{1 + \beta}$$

$$t=0^+ \rightarrow i_b = 151 \mu A$$

ترانزیستور فعال

$$\beta i_b < I_r \rightarrow T: \text{active}$$

$$\beta i_b = \beta \frac{I_1 + I_r}{\beta + 1} < I_r \rightarrow I_1 < \frac{I_r}{\beta}$$

با توجه به منفی بودن I_1 و مثبت بودن I_r این وضعیت محقق می شود

$$V_{SS1} = V_{CC} - \beta I_1 R_L = +11.7V$$

$$\tau_s = R_L C (1 + \beta) = 51 \mu \text{ sec}$$

سوئیچ وقتی خاموش می‌باشد که ترانزیستور قطع می‌شود ($i_b = 0$)

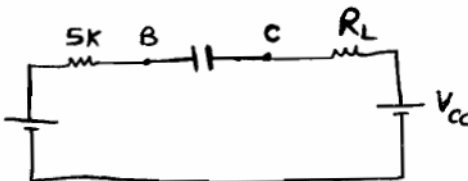
$$i_b = 0 \rightarrow I_T = -I_1$$

آنگاه مدار $I_T = I_1$ ترانزیستور قطع می‌شود.

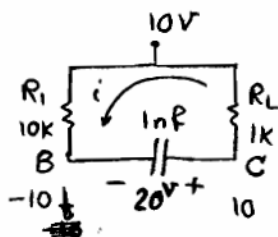
$$V_S(T_S) = V_{CC} - R_L \times 2.14 = 7.86 \text{ V}$$

$$T_S = 5 \mu \text{ s} \frac{7.86 - 0.15}{117 - 0.15} \quad V_{th} = -10 \text{ V}$$

$$\tau_2 = (R_L + 5K)C = 6 \mu \text{ sec}$$



بازگشت سوئیچ: کلید مجدداً باز ← فرض ترانزیستور در قطع باقی بماند



$$i(0^+) = \frac{20}{R_L + 5}$$

$$V_C = R_L i + V_{CC} = 11.8 \text{ V}$$

$$V_B = -i R_1 + V_{CC} = -8.2$$

چون B (بیس) منفی است پس ترانزیستور قطع است.

$$\tau_3 = (R_L + R_1)C = 11 \mu \text{ s}$$

$$V_{SS4} = V_{CC} - \beta I_1 R_L = 10 - \beta \frac{10 - 0.7}{R_1} R_L$$

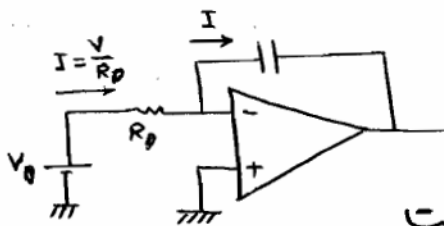
$$t_3 = 11 \ln \frac{10 - (-8.2)}{10 - 0.7} = 7.4$$

$$= -36.5$$

$$\tau_3 = R_L C (1 + \beta)$$

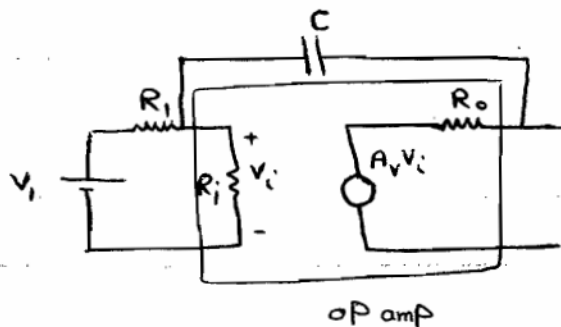
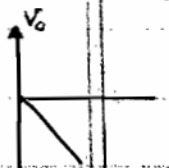
$$\rightarrow T_R = \tau_3 \ln \frac{-36.5 - 10.92}{-36.5 - 0.15} = 13.32 \mu \text{ sec}$$

سوئیچ میله و تار: (خطی کردن با فیدبک و تار)



$$V_0 = -\frac{1}{C} \int I dt = -\frac{V}{R_C} t$$

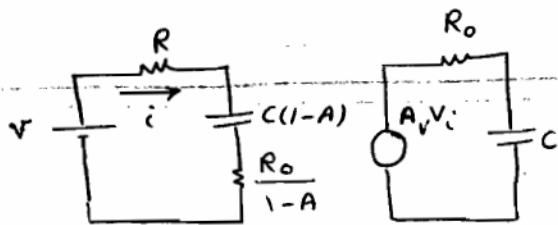
با تغییر ولتاژ V در آن سوئیچ میله و تار داشت



$$V = \frac{V_1}{R_1 + R_i} R_i \approx V_1$$

$$R = R_1 \parallel R_i \approx R_1$$

op amp



از اثر باری C در خروجی توان منتقل کرد

چون R_c بزرگ است فرم یک مدار آستانه را

در دوری داریم

$$i = \frac{V}{R + \frac{R_o}{1-A}}$$

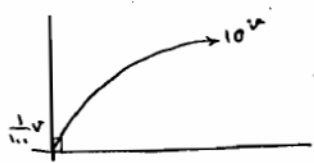
$$\begin{cases} V_i = R_o i / (1-A) + \frac{1}{C} \int i dt \\ V_o = A V_i \end{cases}$$

$C_1 = C(1-A)$

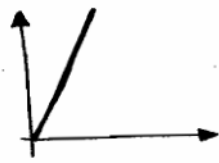
$|A| \approx |1-A|$

$$\rightarrow V_o = -\frac{R_o}{R} V - \frac{V}{R_c} t$$

مثال: با انتخاب پلاریته V توان سوئیچ صعودی یا نزولی داشت با تقویت کننده ای با بهره ۱۰۰۰ و ولتاژ $V = 10^2$ در خروجی سوئیچی با دامنه 10^3 داشت باسیم. بنابراین $V_i = \frac{10}{1000} = 10^{-3} V$ مورد نیاز است

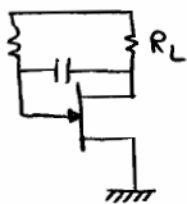


آهن تقویت شود

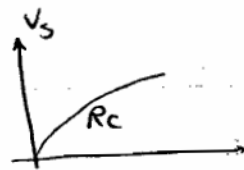
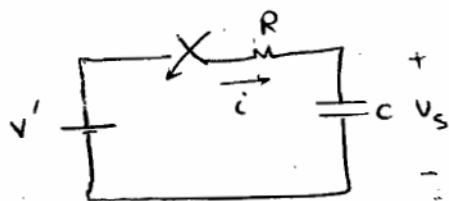


این لنگر کوچک از کل آستانه شیب ورودی

$V_s = 10^3$ است بنابراین بسیار خطی است.



نمونه discrete سوئیچ
میلر ولتاژ

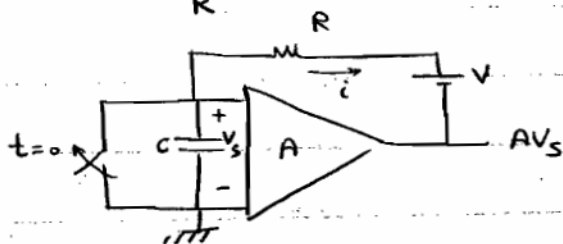


سوئیچ bootstrap

$$i = \frac{V' - V_s}{R}$$

$$\text{if } V' = V + V_s$$

$$i_c = \frac{V}{R} = dc \rightarrow \text{سوئیچ خطی}$$

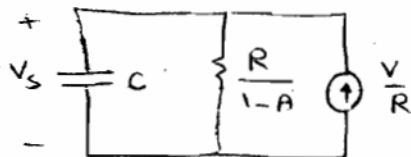


$$i_c = \frac{V + AV_s - V_s}{R} = \frac{V}{R} - \frac{(1-A)V_s}{R}$$

سارر خطی $A=1$

سارر غیر خطی $A \neq 1$

۱۹

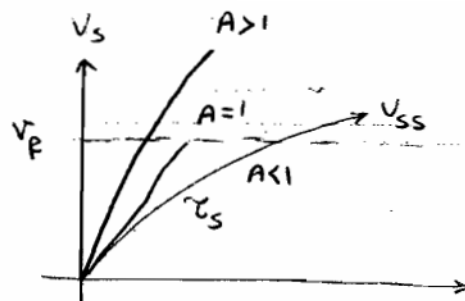


$$\tau_s = \frac{RC}{1-A}$$

$$V_{SS} = \frac{V}{1-A}$$

$$V_S(t) = \frac{V}{1-A} \left(1 - e^{-\frac{1-A}{RC}t} \right)$$

$$A=1 \rightarrow V_S(t) = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{V}{RC} t$$



امثال این سوئیپ وابستگی زمان سوئیپ به بهره تقویت کننده را باشد.

بررسی وابستگی زمان سوئیپ به A:

$$t_a = \frac{RC}{1-A} \ln \frac{\frac{V}{1-A}}{\frac{V}{1-A} - V_P} = \frac{RC}{1-A} \ln \frac{V}{V - V_P(1-A)}$$

$$\text{if } V_P = V \rightarrow t_a = \frac{RC}{1-A} \ln \frac{1}{A} \rightarrow \frac{t_a}{t_l} = \frac{1}{1-A} \ln \frac{1}{A}$$

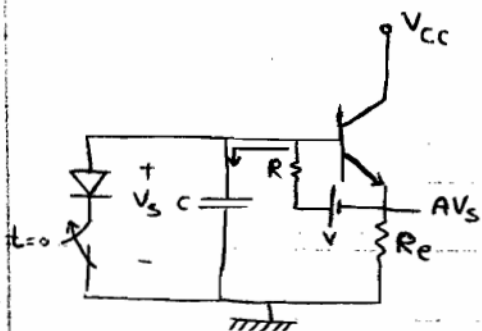
$$t_l = RC$$

$$A=0.95 \rightarrow \frac{t_a}{t_l} = 1.082 \quad \text{اگر پهنای باند خطی}$$

$$A=1.05 \rightarrow \frac{t_a}{t_l} = 0.976$$

هرچه V_P نسبت به $\frac{V}{1-A}$ بیشتر شود اختلاف t_a و t_l بیشتر می گردد.

سوئیپ Bootstrap با BJT:

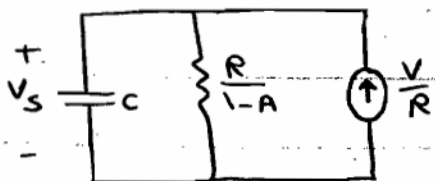


این دیود به خاطر شروع شدن سوئیپ از نقطه بارشده کلاسه قرار داده شده است.

$$i_C = \frac{V + AV_S - V_S}{R} = \frac{V}{R} - \frac{(1-A)}{R} V_S$$

$$V_{SS} = \frac{V}{1-A}$$

$$V_S(t) = V_D + \frac{V_{SS} - V_D}{\tau_s} t$$



$$\tau_s = \frac{RC}{1-A}$$

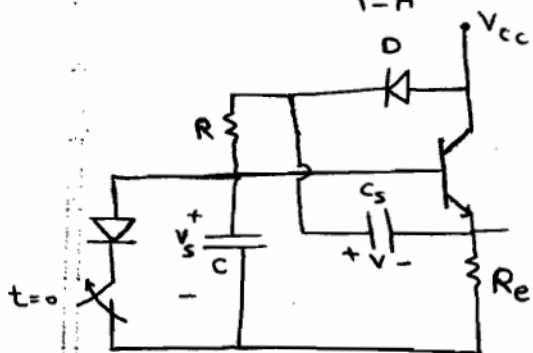
$$V_D = A V_{SS} - \frac{V_{SS} - V_D}{\tau_s} t$$

بهره در مقدار dc ضرب نمی شود

(خودش از مقدار صفر شروع می شود)

$$V_o(T_S) = V_{cc} - V_{CEsat}$$

$$T_S = \frac{R_C}{1-A} \cdot \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{\frac{A}{1-A} V - V_D}$$



منبع تغذیه فارسی:

$$V_q(\phi) = V_{cc} - V_D$$

$$V_x = V_{cc} - V_D + AV_s$$

میان این ایوان قطع می گردد و سوئیچ مانند حالت قبل ساخته می شود.

با تمام شدن سوئیچ فازن Cs از طریق R_e دوباره شارژ می شود.

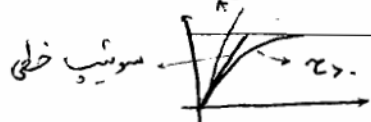
$$\Delta Q = C_s \Delta V = C (V_{cc} - V_D) \rightarrow \Delta V = \frac{C}{C_s} (V_{cc} - V_D)$$

$$\tau_R = R_e C$$

هر چه C_s بزرگتر باشد تغییرات در کم تر می شود.

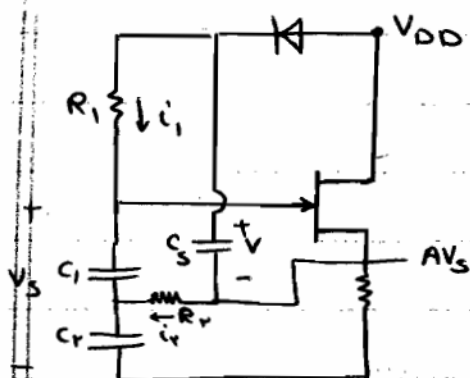
از طرف C_s بزرگتر باشد شارژ دوباره آن زمان طولانی تر خواهد بود.

اگر بتوانیم در شارژ فازن یک ثابت زمانی سفی بوجود آوریم تا اثر ثابت زمانی مثبت راه از سفی میزد و سوئیچ خطی ایجاد کند.

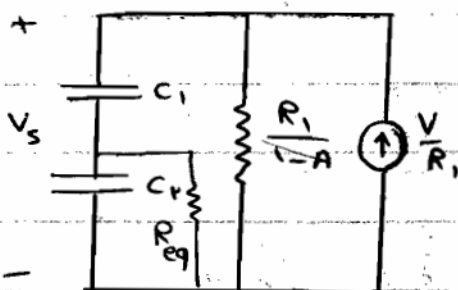


میان این از مدار زیر استفاده می کنیم.

Double Bootstrapping



$$i_1 = \frac{V + AV_s - V_s}{R_1} = \frac{V}{R_1} - \frac{(1-A)V_s}{R_1}$$



$$i_2 = \frac{AV_s - V_s \frac{C_1}{C_1 + C_2}}{R_2} = \frac{C_1 V_s}{C_1 + C_2} \left(\frac{A \frac{C_1 + C_2}{C_1} - 1}{R_2} \right)$$

۲.

$$R_{eq} = \frac{R_r}{1 - \frac{C_1 + C_r}{C_1} A}$$

$$\text{if } A \frac{C_1 + C_r}{C_1} > 1 \rightarrow \text{or } A > \frac{C_1}{C_1 + C_r} \rightarrow R_{eq} < 0$$

$$V_s = \frac{V}{1-A} \left[(1 - e^{-t/\tau_i}) - \frac{C_1}{C_1 + C_r} (1 - e^{-t/\tau_r}) \right]$$

$$\tau_i = \frac{R_1}{1-A} \frac{C_1 C_r}{C_1 + C_r}$$

$$\tau_r = R_{eq} C_r$$

در عمل با انتخاب R_r و تغییر نسبت C_1 به C_r می توان تصحیح لازم را انجام داد.

$\frac{C_1}{C_r}$ را آنقدر تغییر می دهیم تا سوییچ خطی شود.

۲۱ اردیبهشت دوشنبه
انباری
تا آخر سوییچ

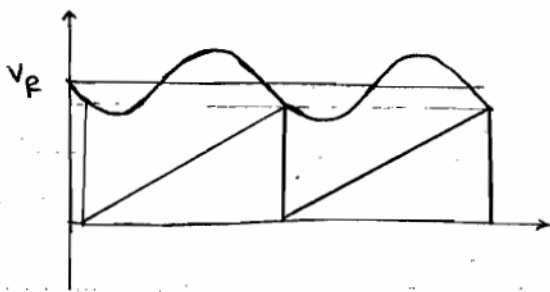
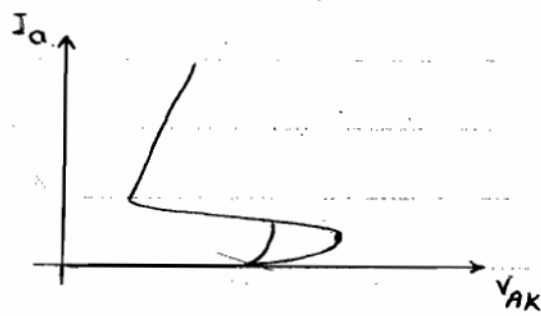
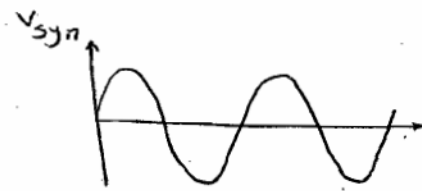
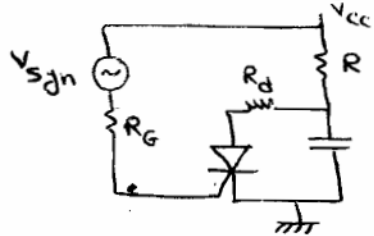
synchronization (همزمانی):

زمان سوییچ به عواملی چند بستگی دارد:

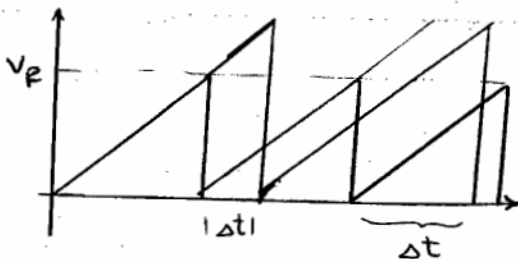
ثابت زمانی، ولتاژ اولیه، رلهای شارژ خازن - منبع ولتاژ.

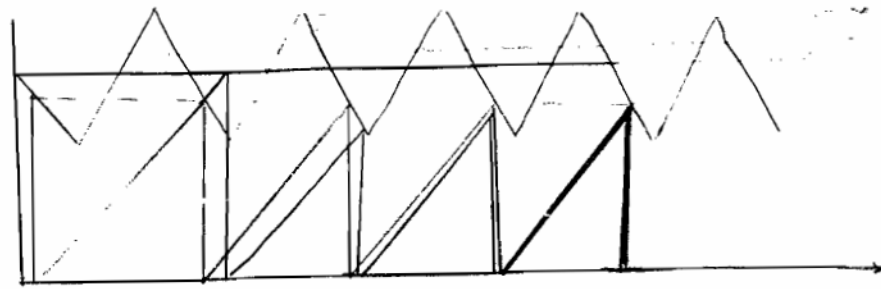
این پارامترها کاملاً ثابت نیستند و برابر عواملی چون تغییر در دما، تغییر در ولتاژ خطی، عمق ولتاژ.

نویز و نویز ترانزیستور تغییر می کنند. این سبب jitter می شود.

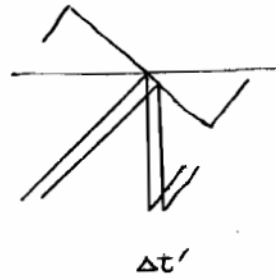
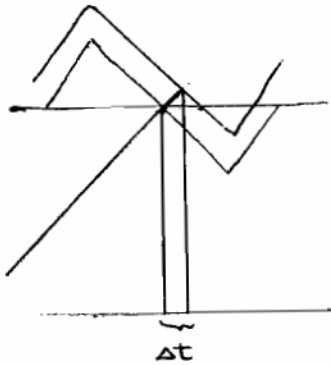


سیگنال V_{syn} ، V_p ما را تغییر می دهد.





بند درج همزمان
نمی شود



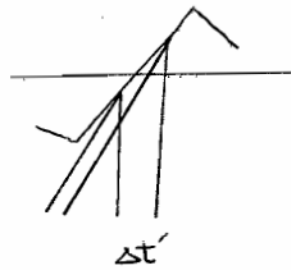
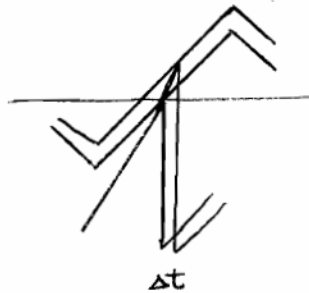
$$\delta = \frac{\Delta t'}{\Delta t} < 1$$

$$\Delta t' = \delta \Delta t$$

$$\Delta t'' = \delta \Delta t' = \delta^2 \Delta t$$

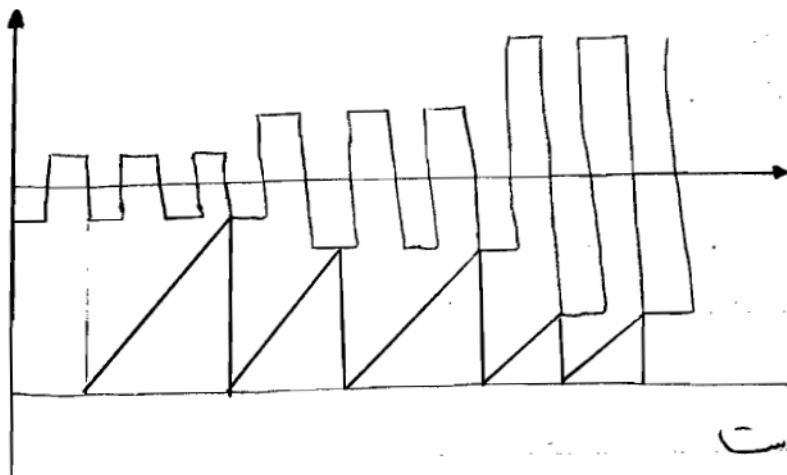
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \delta^n \Delta t \rightarrow 0$$

$$n = \text{large}$$



$$\Delta t' > \Delta t$$

مناطق همزمانی

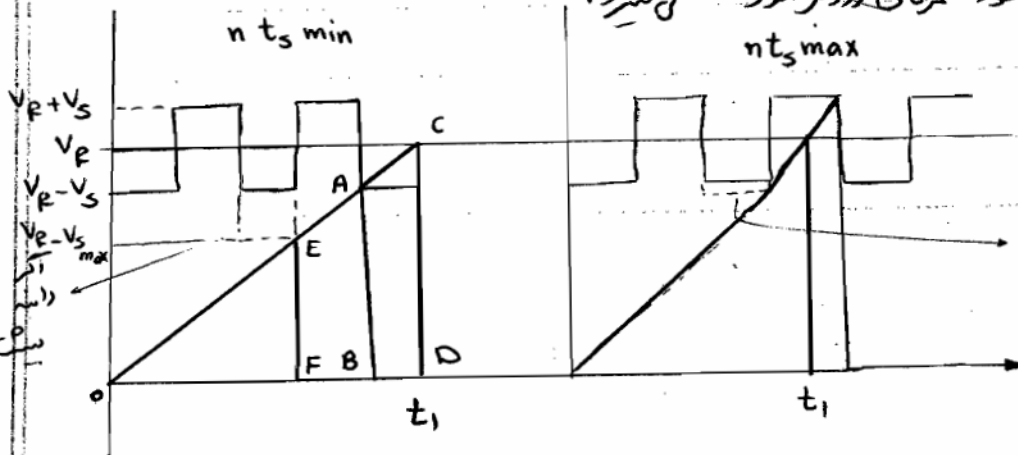


دانه سیگنال همزمانی مهم است

اگر دانه بزرگتر شود همزمانی نزدیکتر صورت می گیرد

$$n t_s \max$$

موج مربعی



اگر دانه
بیشتر شود

بیشتر شود

$$OAB \sim OCD \rightarrow \frac{AB}{CD} = \frac{OB}{OD} \rightarrow \frac{V_p - V_s}{V_p} = \frac{nt_{smin}}{t_1} \rightarrow$$

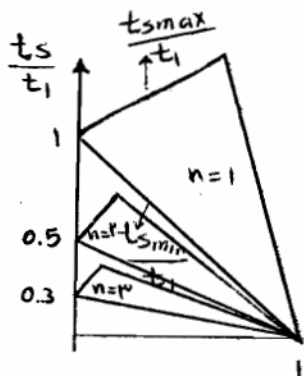
$$\frac{t_{smin}}{t_1} = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{V_s}{V_p} \right) \quad (1)$$

$$\frac{V_p + V_s}{V_p} = \frac{nt_{smax}}{t_1} \rightarrow \frac{t_{smax}}{t_1} = \frac{1}{n} \left(1 + \frac{V_s}{V_p} \right) \quad (2)$$

آمرانه پستر شود لغزانی بهم می خورد.

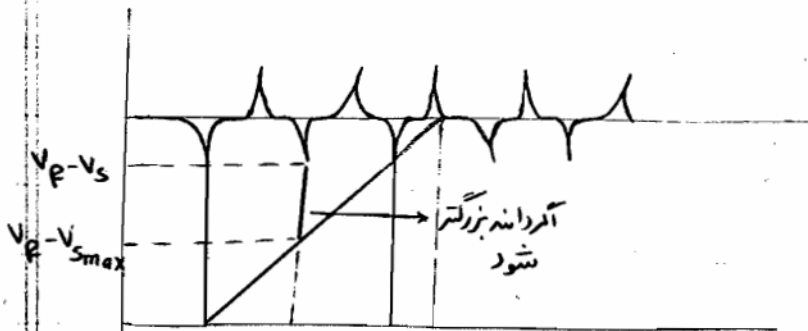
$$OCD \sim OEF \rightarrow \frac{EF}{CD} = \frac{OF}{OD} \rightarrow \frac{V_p - V_{smax}}{V_p} = \frac{nt_s - \frac{t_s}{2}}{t_1} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{V_{smax}}{V_p} = 1 - \frac{2n-1}{2} \frac{t_s}{t_1} \quad (3)$$



آمرانه موج طوری باشد که از این
مثلث خارج نشود لغزانی صورت
می گیرد.

هرچه n کوچکتر شود
لغزانی زودتر صورت می گیرد.



موج سوزی:

چون موج سوزی خیلی باریک است
عملاً سندان لغزانی نمی تواند
به قسمت مثبت موج سوزی
برسد.

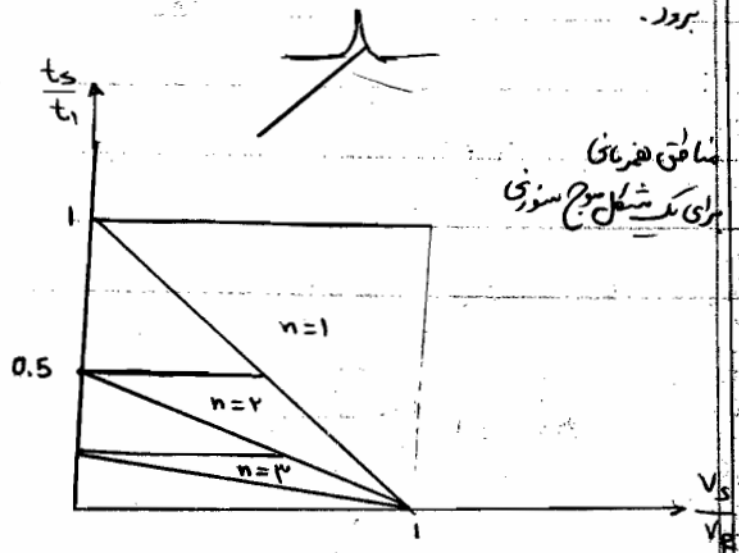
$$\frac{t_{smin}}{t_1} = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{V_s}{V_p} \right)$$

$$\frac{t_{smax}}{t_1} = \frac{1}{n}$$

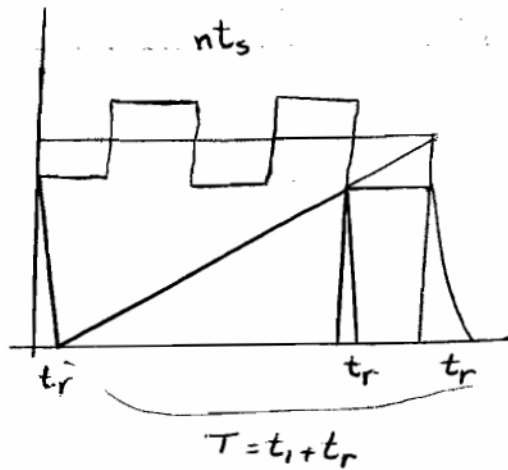
$$\frac{V_{smax}}{V_p} = 1 - (n-1) \frac{t_s}{t_1}$$

$$n=1 \rightarrow \frac{t_s}{t_1} = 1 - \frac{V_s}{V_p}$$

$$n=2 \rightarrow \frac{V_s}{V_p} = 1 - \frac{t_s}{t_1}$$



مقایسه لغزانی
برای یک شکل موج سوزی



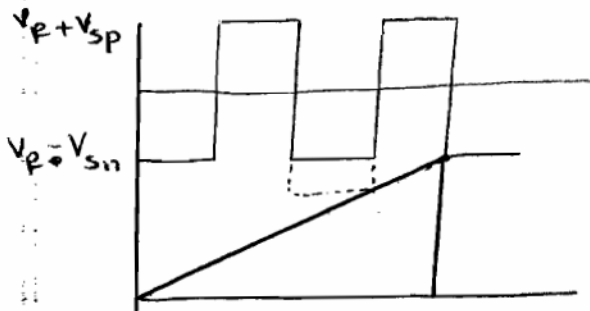
همزی
سویچ بارز بازشت:

رابطه ای، رابطه سویچ بارز بازشت
است فقط به جای nt_s باید $nt_s - t_r$
را قرار داد.

$$\checkmark \frac{t_{smax}^{min}}{T_i} = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{T_i}{t_i} \frac{V_s}{V_f} \right)$$

$$\frac{t_{smax}}{T_i} = \frac{1}{n} \left(1 + \frac{t_i}{T_i} \frac{V_s}{V_f} \right)$$

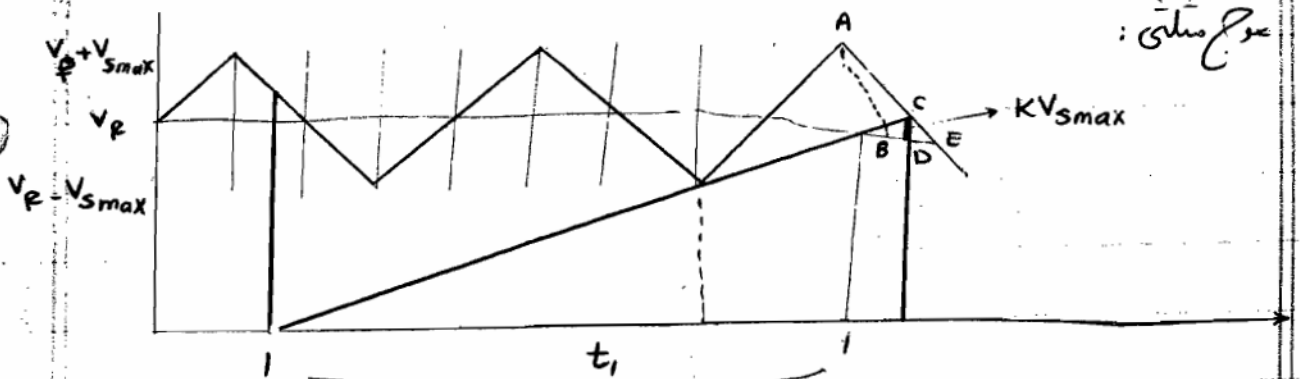
$$\frac{V_{smax}}{V_f} = \frac{T_i}{t_i} \left(1 - \frac{2n-1}{2} \frac{t_s}{T_i} \right)$$



$$\frac{t_{smax}^{min}}{t_i} = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{V_{sn}}{V_f} \right)$$

$$\frac{t_{smax}}{t_i} = \frac{1}{n} \left(1 + \frac{V_{sp}}{V_f} \right)$$

$$\frac{V_{snmax}}{V_f} = 1 - \frac{2n-1}{2} \frac{t_s}{t_i}$$



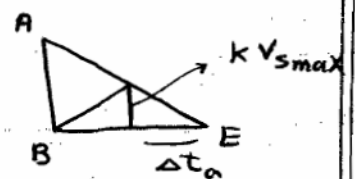
موج مستطی:

رابطه $\frac{t_{smax}}{t_i}$ ، $\frac{t_{smin}}{t_i}$ عیناً مانند رابطه موج مربعی است.

$$\frac{nt_s}{t_i} = \frac{V_f \pm KV_{smax}}{V_f} \quad (1)$$

$$ABE \sim CDE \quad \frac{KV_{smax}}{KV_{smax}} = \frac{t_s/4}{\Delta t_a}$$

$$\Delta t_a = K \frac{t_s}{4} \quad (2)$$

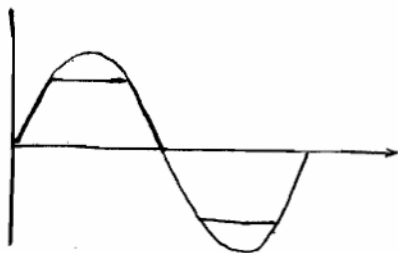
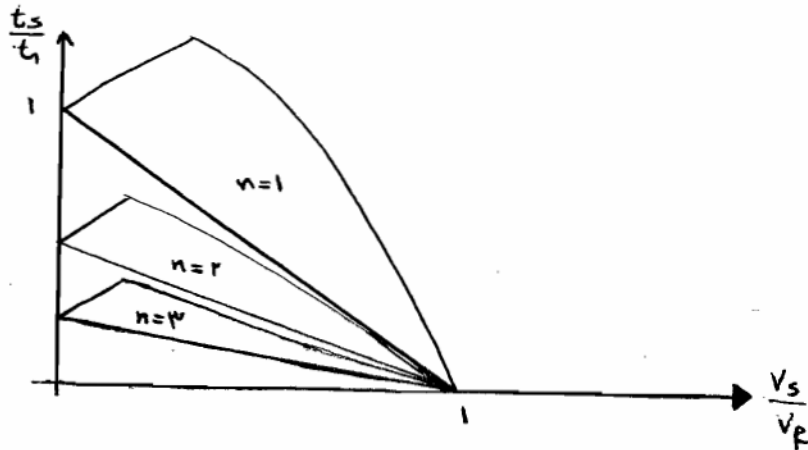


اگرانه یک کم بیشتر شود سویچ از حالت مسکون خارج می گردد.

$$\frac{n t_s + \Delta t_a - \frac{3}{4} t_s}{t_i} = \frac{V_p + K V_{smax}}{V_p} \quad (۳)$$

با حذف K ، از سه رابطه فوق و با در نظر گرفتن $x = \frac{V_{smax}}{V_p}$ ، $y = \frac{t_s}{t_i}$ خواهیم داشت:

$$n y^2 - y + (4n - 3) x y - 4x + 4x^2 = 0$$

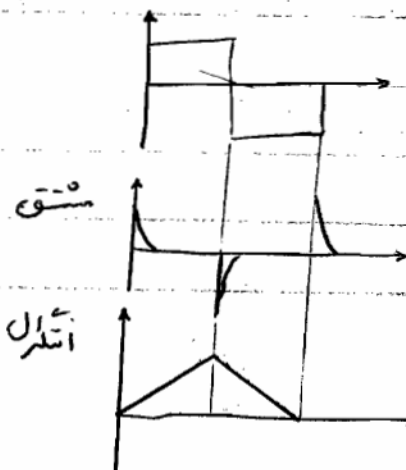
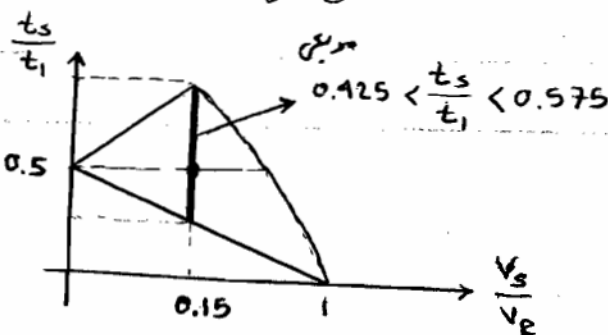
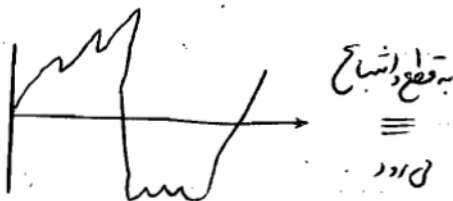


موج سینوسی با تقریب
برای موج دوزنقه‌ای
موج دوزنقه‌ای چتری

بین موج مثلثی و مربعی است.

مناطق همزمانی چتری بین موج مثلثی و مربعی است.

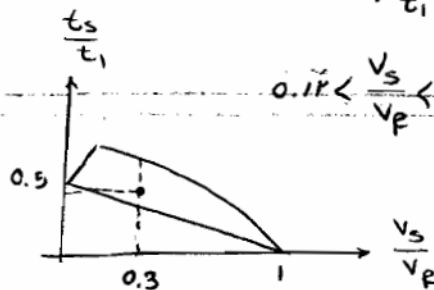
مثال: مسکنی با شکل پیچیده و شبکه‌های متوالی از خواص برای سکون کردن کرن یک مسکن بکار رود.
با تقویت آن یک مسکن مربعی تولید شود. اگر از این مسکن مشتق و استرال آن با $n=2$ برای همزمانی استفاده شود کدامیک بهتر است و منطقه همزمانی کمی باید باشد.



$$0.1 < \frac{t_s}{t_1} < 0.53 \text{ at } \frac{v_s}{v_p} = 0.1$$

سرعت

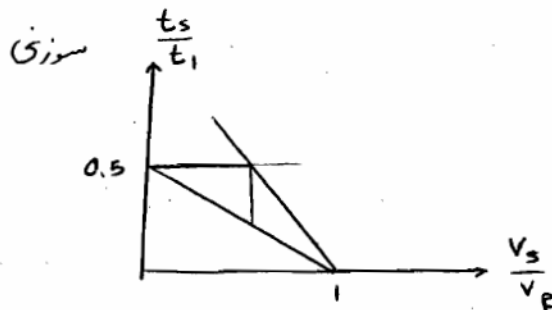
مثلی



$$0.12 < \frac{v_s}{v_p} < 0.5 \quad \frac{v_s}{v_p} = 0.3$$

at $\frac{t_s}{t_1} = 0.5$

$$0 < \frac{v_s}{v_p} < 0.25 \quad \frac{v_s}{v_p} = 0.15$$



$$0.25 < \frac{t_s}{t_1} < 0.5 \quad \text{at } \frac{t_s}{t_1} = 0.375$$

$$0.25 < \frac{v_s}{v_p} < 0.625 \quad \frac{v_s}{v_p} = 0.5$$

بهترین شکل موج برای طراحی به ترتیب اولویت

۱- سوزی

۲- مربعی

۳- مثلی

درست است که مثلی تغییرات بیشتری
بهمان راه اما مربعی به خاطر سبب اثر
وزودتر فرمان می شود.

در حد تغییرات

	سوزی	مثلی	مربعی
$\frac{\Delta t_s}{t_1}$	± 33	± 20	± 15
$\frac{\Delta v_s}{v_p}$	$-25, +12.5$	$-18, +20$	$-15, +10$

وزنی ۷۷، ۲۲، ۲۲

رزونانس

مولتی ویراتورها:

هر سیستم حلقه بسته رزونانس که دو یا بیشتر حالت پایداری داشته باشد
بیشتر در یک دام از آنها بدون اعمال سیگنال خارجی باقی بماند مولتی ویراتورگنه

Multivibrators

Regenerative

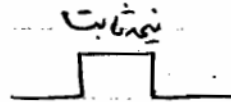
Degenerative

Bistable بی استابل دو حالتی

Monostable مونو استابل یک حالتی

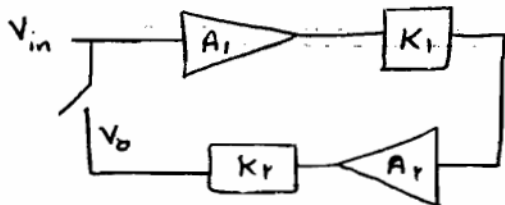
Astable استابل

نوسانی



FF و هاستنه

مولد پالس



$$V_o = A_1 K_1 A_2 K_2 V_{in} = A_L V_{in}$$

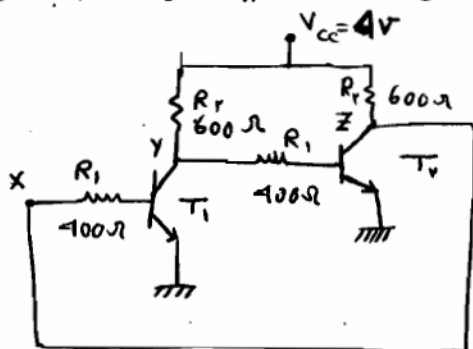
اگر $A_L > 1$ باشد سیستم ناپایدار می‌گردد.

$$A_L > 1 \longrightarrow$$

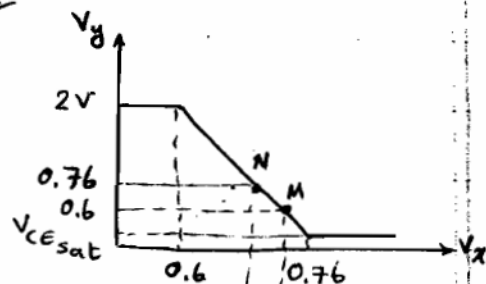
تا وقتی با اسباج قطع A_1, A_2 هم علامت

یکی از تقویت کننده ها معادل می‌شود.

شرط تعادل $V_o' = V_{in}$ با سبب کلید



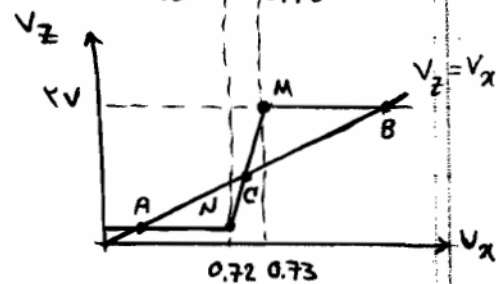
الف) ترانزیستور



$$\rightarrow V_x = 0 \quad V_o = \frac{4 - 0.7}{600 + 400} \times 400 + 0.7 = 2V$$

$$V_x = I_{B1} R_1 + 0.7 = 0.76$$

$$\frac{I_{csat}}{\beta} \rightarrow \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{R_r}$$



سطح تعادل

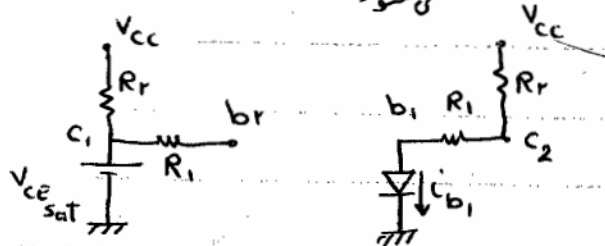
نقطه C نقطه پایانی نیست، با اید تک نور کوک به نقطه A و B در در (نقطه A, B وضعیت)

پایان باشد

در نقطه A $V_T > V_{AN}$ هر دو ترانزیستور دارد منطقه فعال می‌شود

در نقطه B V_{BM} یک روشنایی به اندازه V_{BM} اید تک داریم منطقه فعال می‌شود

اسباج قطع



شرط اسباج

$$\frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_1 + R_r} \geq \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{\beta R_r} \rightarrow R_1 < (\beta - 1) R_r$$

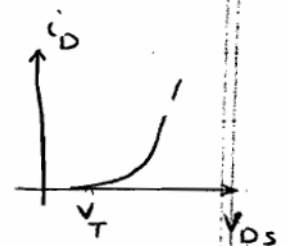
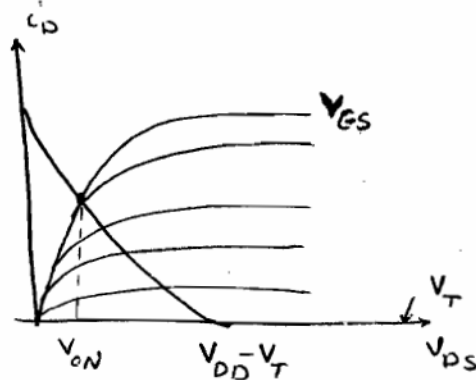
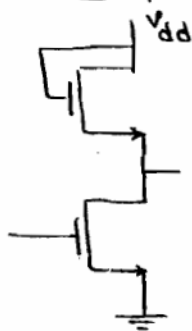
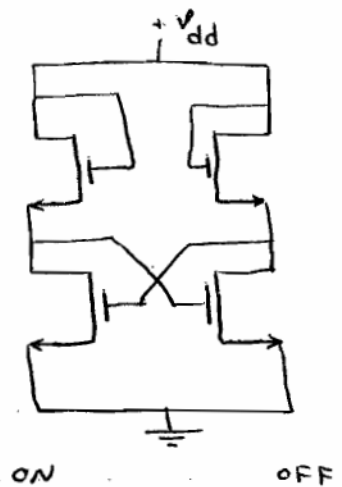
حالت‌های مجاز

Q_1	Q_2
اشباع	اشباع
اشباع	معدول
اشباع	قطع
معدول	اشباع
معدول	معدول
معدول	قطع
قطع	اشباع
قطع	معدول
قطع	قطع

$Q_1: ON$
 $Q_2: OFF$

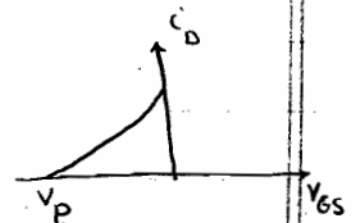
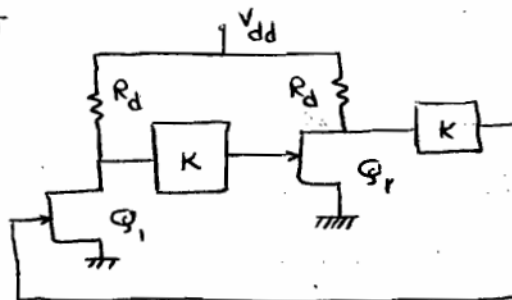
حالت مجازی
 $Q_1: OFF, Q_2: ON$
است

Bistable MOSFET



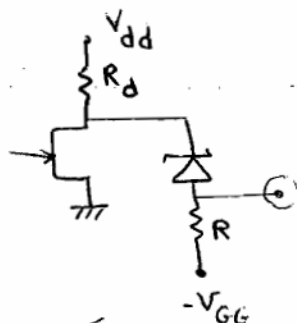
$$V_{D0} = V_{ON} \approx 0$$

$$V_{D1} = V_{DD} - V_T$$



FET	حالت	ورودی	شرط	خروجی
Q_1	OFF	منطقی 0	$V_G < V_P$	$V_{D1} = V_{DD}$ منطقی 1
Q_2	ON	منطقی 1	$V_G > 0$	$V_{D0} = V_{ON} = V_{DD} \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D}$ منطقی 0

در کاربرد های غیر خطی JFET V_{GS} می تواند مثبت باشد اما در بار های خطی و تقویت کننده V_{GS} نمی تواند مثبت باشد.



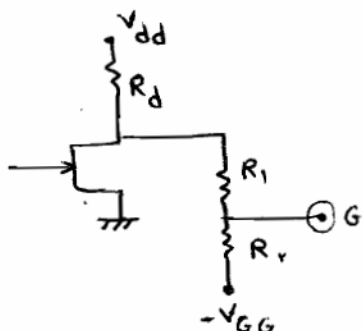
منطقی $V_{G_1} = V_{DD} - V_Z > 0$

۷-۶. طوری است که دیوار زیر درنا صیه شکست آزارگیرند

مقاومت R اثر Loading نداشته باشد

منطقاً • $V_{G_0} = V_{ON} - V_Z < V_P$

$\leftarrow R$ را اثر داشته باشد که $\frac{1}{R}$ باشد
 و D را اثر نداشته باشد



$$K = \frac{R_r}{R_i + R_r}$$

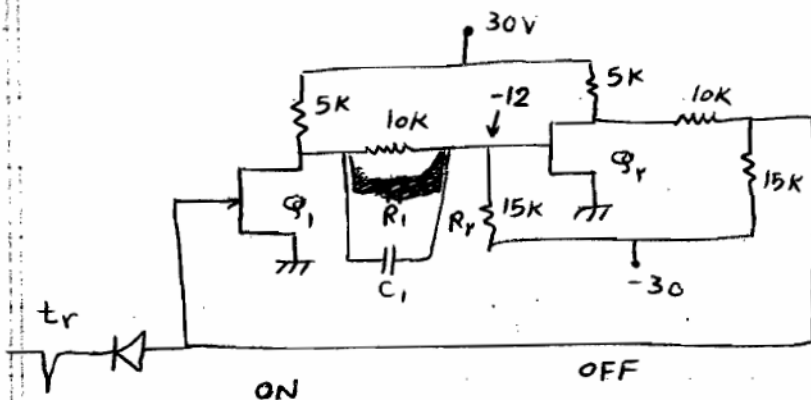
فعلية. $\Rightarrow V_{Gc} = K V_{ON} + (1-K) V_{GG} < V_P$

$$\frac{-V_{GG}}{V_{DD} - V_{GG}} < K < 1 - \frac{V_P}{V_{GG}} \quad \text{شرط تعادل}$$

$$\text{Note: } (-g_m R_d K)^r > 1 \rightarrow |g_m R_d K| > 1$$

شرط Regeneration R

بهره حلقه بزرگتر از ۱ باشد.

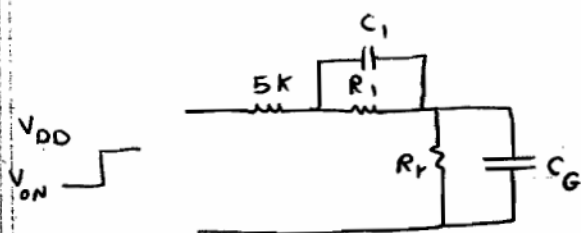


$$V_p = -3$$

$$R_{EN} = 300 \Omega$$

$$V_{ON} = 30 \frac{0.3}{5+0.3} = 1.8V$$

$$C_G = 5 \text{ pF}$$



$$\tau_a = [(R_d + R_i) / R_r] C_G = 3.5 \Delta n \text{ sec}$$

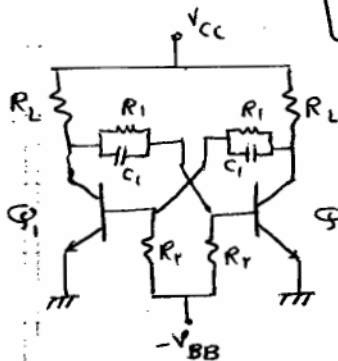
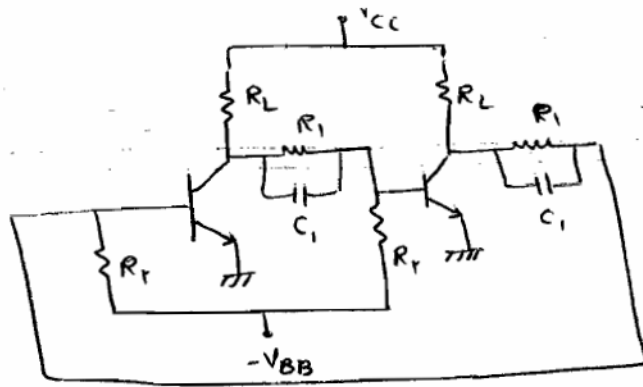
c. ایک خازن جبرک اضافہ کریں۔ → خازن سے رفتار (speed) up

$$C_1 = \frac{R_1 C_G}{R_1} = 7.5 \text{ PF}$$

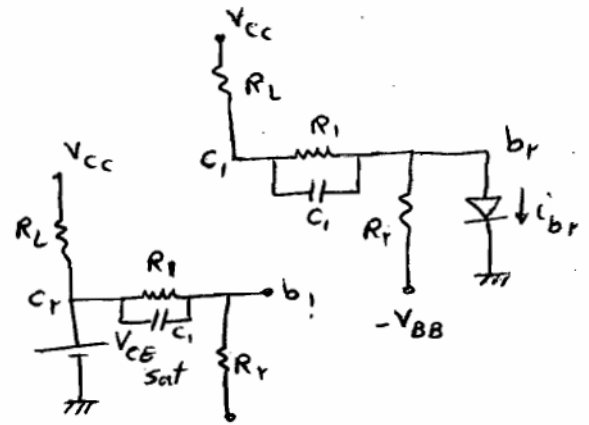
$$\tau'_a = R_d \frac{C_1 C_G}{C_1 + C_G} = 15 \text{ n sec}$$

$$\frac{z_a}{z'_a} = 5,1$$

بی‌استابل BJT



قطع Q_1
اسباع Q_2



دستی Q_2 اسباع است برای اطمینان از قطع بودن Q_1

$$K = \frac{R_E}{R_1 + R_E}$$

$$KV_{CEsat} + (1-K)V_{BB} < 0 \rightarrow \text{که معنوی این شرط برقرار است}$$

برای Q_2 اسباع

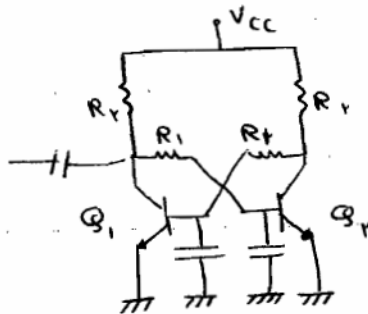
$$I_{br} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_L + R_1} + \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E} > \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{\beta R_L}$$

با اعمال ترانزیستور جمله اول رابطه فوق صفر می‌شود. جمله دوم مقداری است منفی و این دو منفی سریع تر از صفر می‌شود و از اسباع خارج می‌کند.

عمر متوسط حاملها τ_b $R_1 C_1 = \tau_b$

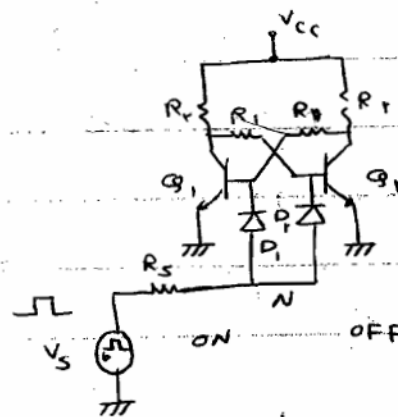
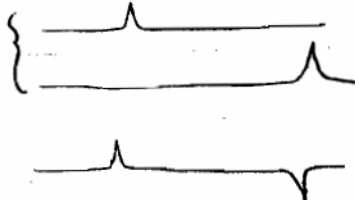
$$= \frac{h_{FE}}{\omega_T}$$

تولید کردن:



OFF

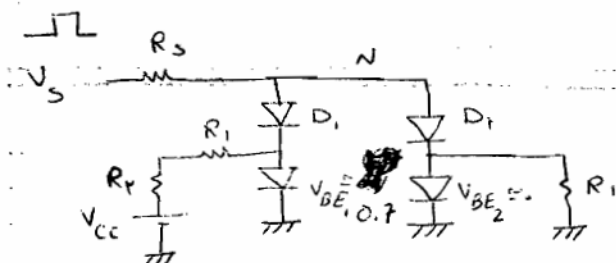
ON



ON

OFF





$$V_N = V_{D1} + V_{BE1} = V_{D2} + V_{BE2}$$

$$0.7 \quad 0.7 \quad 0.7 \quad 0.7$$

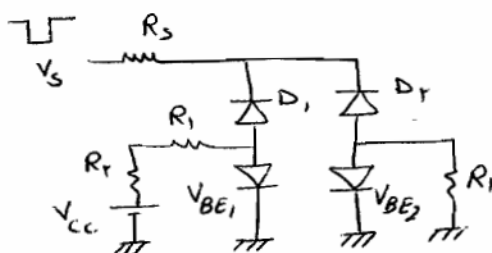
$$0.7 \quad 0.7 \quad 0.7 \quad 0.7$$

وقتی پالس ترکیب با طولانی باشد این حالت برقرار است

چون دیود D_1 0.7 ولت در سرش می باشد و در هر لحظه

داشته پالس در زمان پالس باید کنترل شده باشد تا یک ترانزیستور با هدایت کند

پالس ترکیب منفی



پالس ترکیب منفی دیود D_1 را در هر لحظه هدایت می کند

به ترانزیستور می اثر می کند که وضعیت ON دارد

زمان صدور مولتی و سیراتور

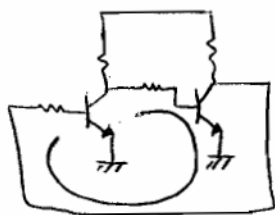
وقتی مدار به منطقه Regen. دارد شد مقدار طول کشیدن وضعیت عوض شود

$$A = \frac{A_L}{1 - A_L}$$

علاقه منفی خاطر فید بک مثبت $\beta = 1$ A_L بهره حلقه

برای داشتن حالت Regen. باید یک قطب در سمت راست محور دلتا

در صفحه S وجود داشته باشد



$$A_{Inverter} = - \frac{A_o}{1 + \frac{S}{\omega_c}}$$

$$A_L = A_I^2$$

$$A \rightarrow 1 - A_L = 0 \rightarrow S^2 + 2\omega_c S + (1 - A_o^2)\omega_c^2 = 0$$

$$S_1 = (A_o - 1)\omega_c$$

$$S_2 = (-1 - A_o)\omega_c$$

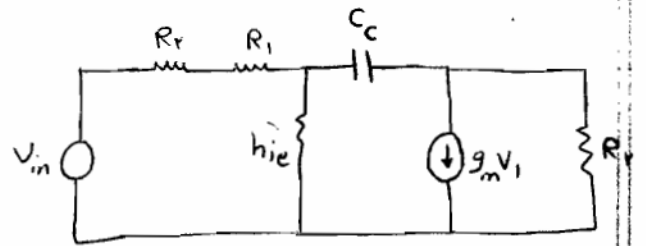
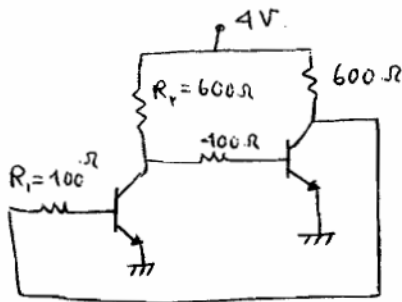
قطب S_2 همواره منفی است

$$iP \quad A_o > 1 \rightarrow S_1 > 0$$

$$|\tau_c| = \frac{1}{S_1}$$

$$t_r = 2.2|\tau_c|$$

← S_1 قطب غالب است



برای یک طبقه

مدل هیسبرد - π

$$\omega_c = \frac{1}{[(R_1 + R_r) \parallel h_{ie}] C_c (1 - A_v)}$$

$$A_v = -g_m R_r \rightarrow 1 - A_v \approx g_m R_r$$

$$A_o = \frac{h_{ie}}{h_{ie} + (R_1 + R_r)} g_m R_r$$

$$\text{if } A_o \gg 1 \rightarrow S_1 = A_o \omega_c$$

$$S_1 = A_o \omega_c = \frac{1}{C_c (R_1 + R_r)}$$

هرچه C_c کوچکتر شود (ω_c بزرگتر) S_1 بزرگتر و t_r کوچکتر می شود.

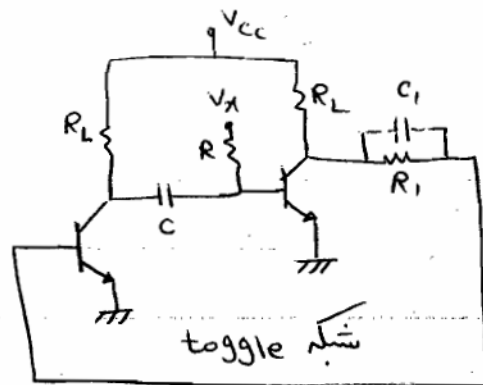
زمان طول تر کشیده تا تغییر وضعیت دهد. $C_c = 7.5 \text{ pF} \rightarrow t_r = 16.5 \text{ nsec}$ با مقادیر نمونه

$$R_r = 600 \Omega$$

$$R_1 = 400 \Omega$$

مونواستابل (one shoot)
(سولده پالس)

جای مقاومت از یک کولباتر خارجی استفاده شده است.



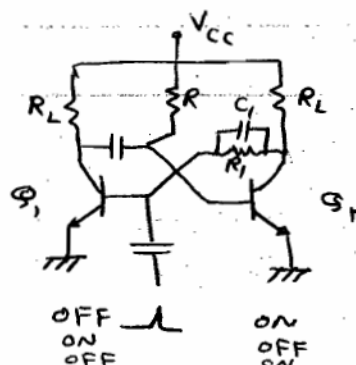
خاموش نگهدار $V_x > 0$

روشن نگهدار $V_x < 0$

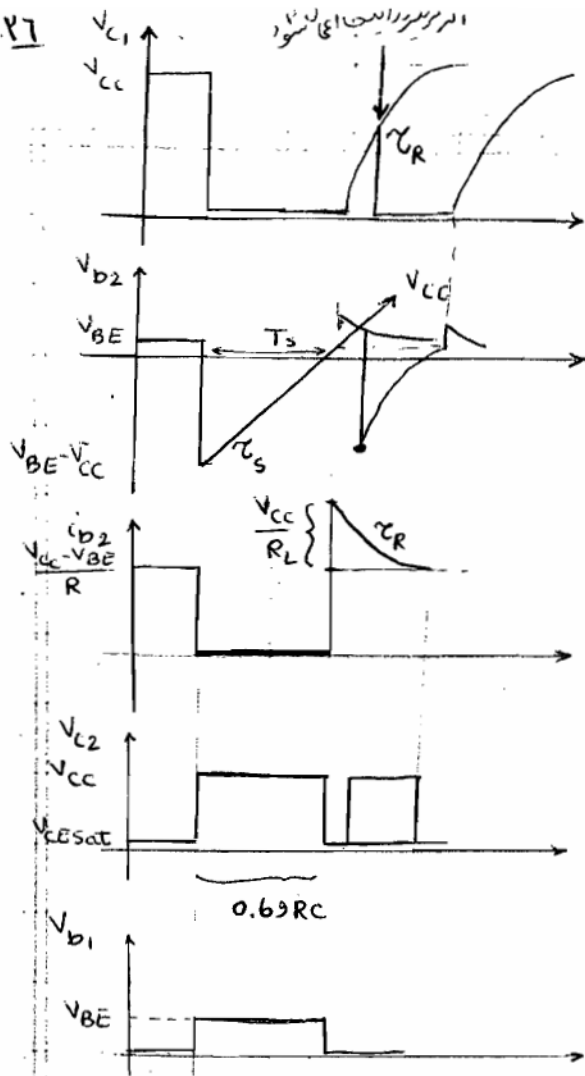
زمان دفع خاموش نگهدار

Keep and timing

(ϕ_1 در وضعیت عادی ON)



۲۷



$$i_{B1}(0^-) = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

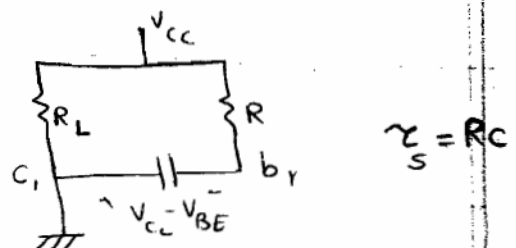
$$V_{B2} = V_{BE} \quad i_{B1}(0^-) = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

$$V_{C2}(0^-) = V_{CESat} \approx 0$$

$$V_{Q}(0^-) = V_{CC} - V_{BE}$$

با اعمال ترانزیستور

$$V_{C1}(0^+) = V_{CESat} \quad V_{B1}(0^+) = V_{BE} - V_{CC}$$



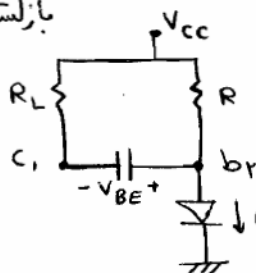
$$\tau_S = R C_1$$

$$V_{B2}(t) = V_{CC} - (2V_{CC} - V_{BE}) e^{-t/\tau_S}$$

$$T_S = \tau_S \ln \frac{V_{CC} + (V_{CC} - V_{BE})}{V_{CC} - V_{BE}} \approx \tau_S \ln 2$$

$$\approx 0.69 RC$$

بارش



$$\tau_R = R_L C_1$$

$$i_{B1}(T_S^+) = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R} + \frac{V_{CC}}{R_L}$$

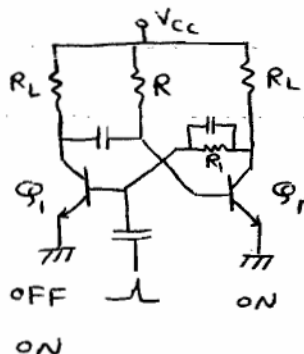
$$I_D = I_S e^{V_{BE}/V_T}$$

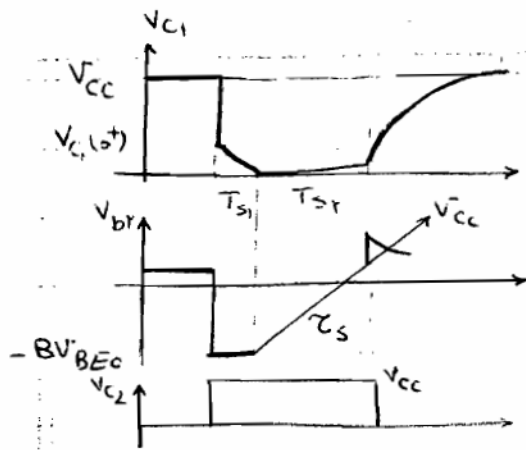
در اثر V_{BE} به ازای هر I_B اندازه 60 mV تغییر کند.

$$4R_L C_1 < 0.69 RC \rightarrow 4R_L < 0.69 R$$

باستی به وضعیت بارش ترانزیستور را اعمال کنیم تا T_S مشخص باشد، هر چه T_S بارش کمتر باشد بهتر است.

شکل اتصال بیس-امیتر:





$$T_{s1} = \tau_s \frac{V_E - V_i}{V_{ss} - V_i} \quad \tau_s = R_L C$$

$$= R_L C \frac{V_{CESat} - V_{c1}(0^+)}{V_{cc} - \beta i_{b1} R_L - V_{c1}(0^+)}$$

$$i_{b1} = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_L + R_1}$$

$$\rightarrow T_{s1} = C(R_L + R_1) \frac{V_{c1}(0^+)}{\beta(V_{cc} - V_{BE})}$$

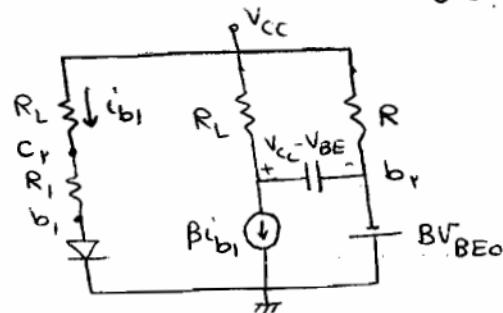
$$T_{sr} = \tau_s \ln \frac{V_{cc} + BV_{BE0}}{V_{cc} - V_{BE}}$$

$$\tau_s = RC$$

$$T_s = T_{s1} + T_{sr}$$

$$V_{c1}(0^+) = V_{cc} - V_{BE} - BV_{BE0}$$

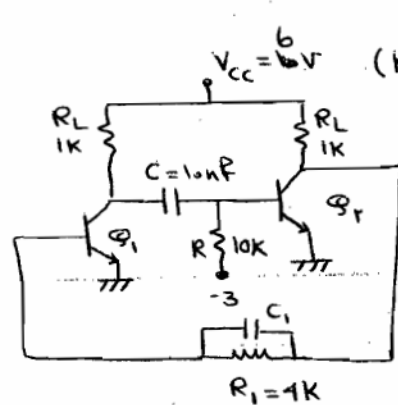
به دلیل وجود ولتاژ در خروجی لنگسور- استر ترانزیستور Φ_1 دارناصیه خفای می شود.



$$\rightarrow T_{s1} = R_L C \frac{V_{c1}(0^+) - V_{CESat}}{\beta R_L \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_L + R_1}}$$

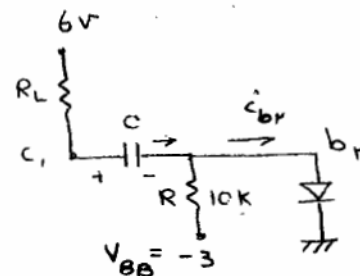
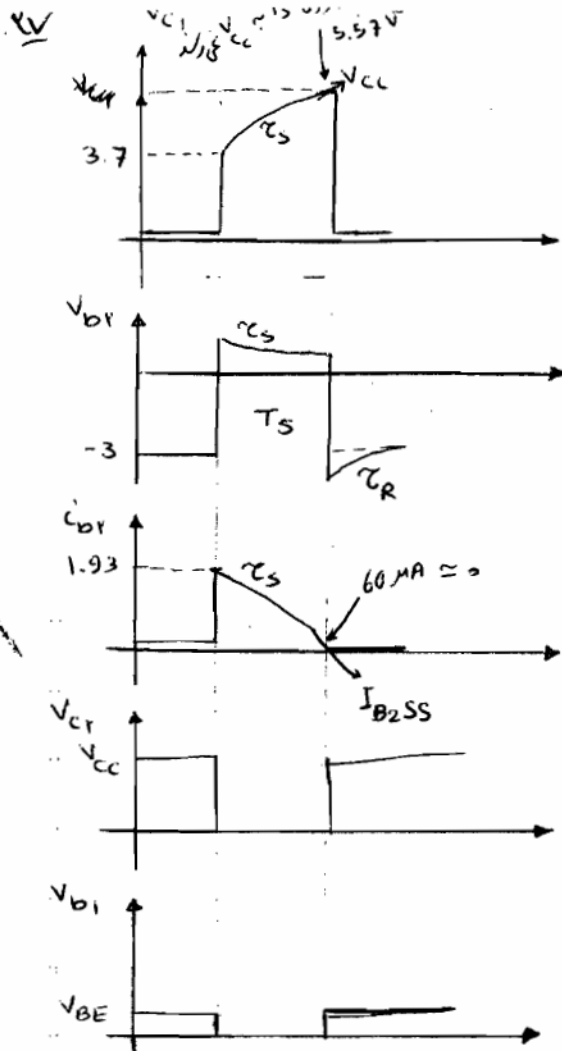
در این حالت Φ_1 از حالت شکست خارج می شود.

امکان این است که زن به دو بار استر β و در شکست وابسته می گردد.



ON OFF
OFF ON

معمولاً زن در روشن نگه دار: (Keep on timing)
 Φ_1 در وضعیت عاری OFF



$$i_{br} = \frac{V_{CC} - V_Q - V_{BE}}{R_L} + \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R}$$

$$= \frac{6 - 3 - 0.7}{1} + \frac{-3 - 0.7}{10} = 1.93 \text{ mA}$$

$$I_{br(0^+)} = 1.93 \text{ mA} \geq \frac{V_{CC}}{\beta R_L} = 60 \text{ mA} \rightarrow \phi_r = \text{اسباع}$$

$$I_{B2Sat}$$

$$\tau_s = R_L C$$

$$I_{brSS} = \frac{-3 - 0.7}{10} \approx$$

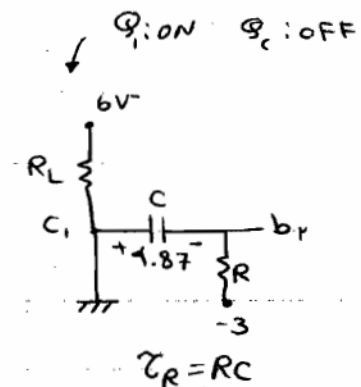
$$T_s = \tau_s \ln \frac{I_{brSS} - I_{br(0^+)}}{I_{brSS} - I_{brsat}} = 10 \ln \frac{-0.37 - 1.9}{-0.37 - 0.06}$$

= ...

$$V_P = V_{SS} - (V_{SS} - V_i) e^{-\frac{T_s}{\tau_s}} \rightarrow V_{C1}(T_s) = \dots$$

$$V_{C1}(T_s) = 6 - (0.37 + 0.06) R_L = 5.57 \text{ V}$$

$$V_{C1}(T_s) = V_{CC} - i_q(T_s) R_L$$

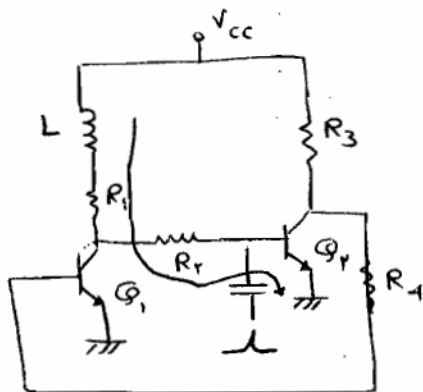


مغایب

۱- زمان برگشت طولانی (برعکس قبل که قبلاً $\tau_s = R_L C$, $\tau_s = RC$ بود)

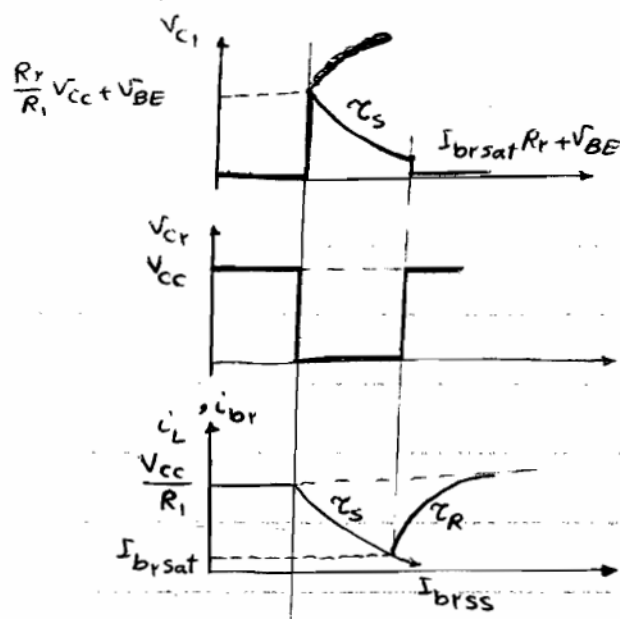
۲- وابستگی زمان به β (در صورت بزرگ بودن β این وابستگی از بین می رود).

$I_{brsat} \leftarrow \beta$ وابسته است.



ON OFF
OFF ON

شکله زن (دفعی سلفی):



$$\tau_s = \frac{L}{R_1 + R_r} \quad i_{brss} = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_1 + R_r}$$

$$V_{c1}(0^+) = \frac{V_{cc}}{R_1} R_r + V_{BE}$$

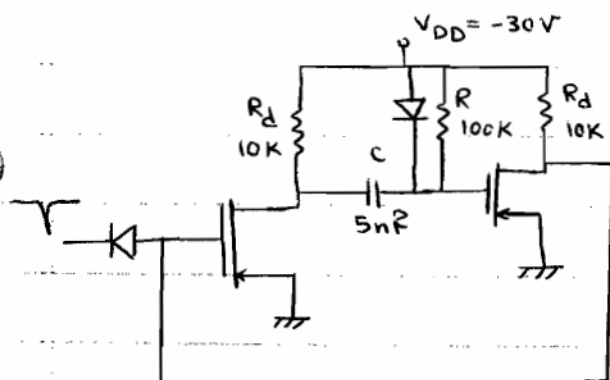
شکله زن $i_{brss} < i_{brsat}$

$$i_{brsat} = \frac{V_{cc}}{\beta R_3}$$

$$\tau_R = \frac{L}{R_1}$$

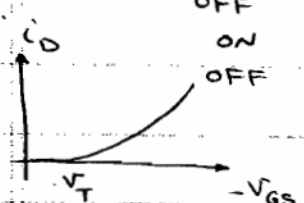
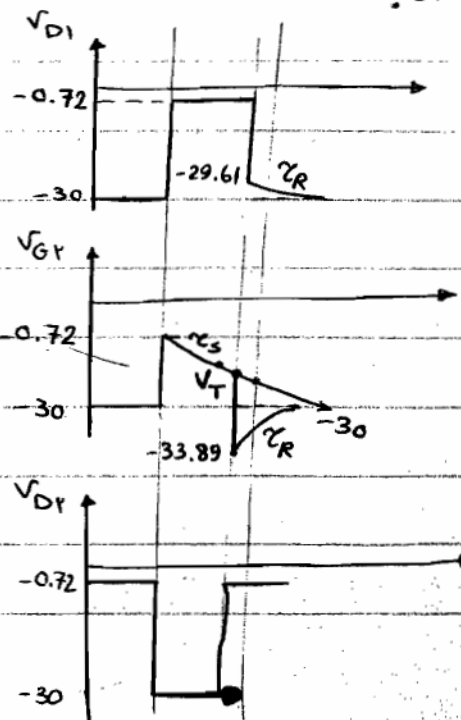
مغایب:

۲- وابستگی زمان به β ابعاد گشت طولانی



OFF ON
ON OFF
OFF ON

مغایب: MOSFET



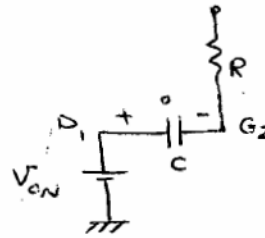
$$V_T = -5V$$

$$R_{ON} = 240 \Omega$$

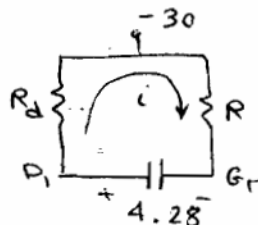
$$V_{CN} = -30 \frac{0.24}{10+0.24} = -0.72$$

$$\tau_s = RC = 500 \mu\text{sec}$$

$$T_s = \tau_s \ln \frac{V_{DD} - V_{CN}}{V_{DD} - V_T} = 79.3 \mu\text{sec}$$



بارلشت



$$i = \frac{4.28}{R+R_d} \quad V_{G1}(T_s^+) = V_{DD} - iR_d = -33.89$$

$$V_{D1}(T_s^+) = V_{DD} + iR_d = -29.6$$

$$\tau_R = (R+R_d)C = 550 \mu\text{sec}$$

غایب:

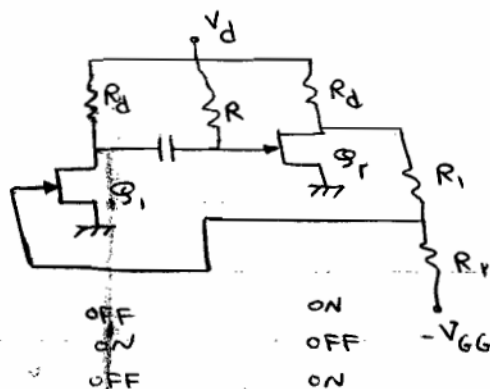
۲- وابستگی زمان به V_T

۱- بارلشت طولانی

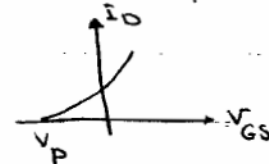
برای کاهش زمان بارلشت از یک دیود موازی R استفاده می‌شود.

در لحظه بارلشت دیود هدایت نمی‌کند و overshoot مدار ما را کم می‌کند.

بنابراین در این حالت overshoot کمتر و برابر V_D می‌شود $\tau_R = R_d C = 50 \mu\text{sec}$



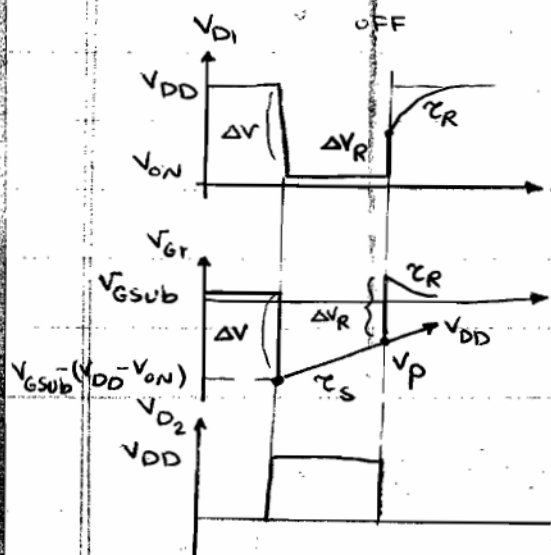
مولتی ویراتور مونی با JFET:

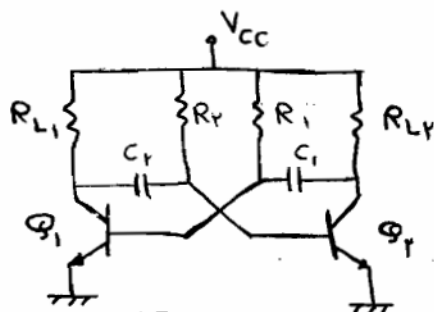


$$T_s = \tau_s \ln \frac{V_{DD} - [V_{Gsub} - (V_{DD} - V_{ON})]}{V_{DD} - V_P}$$

$$\tau_s = RC$$

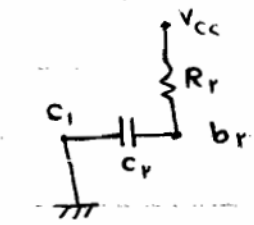
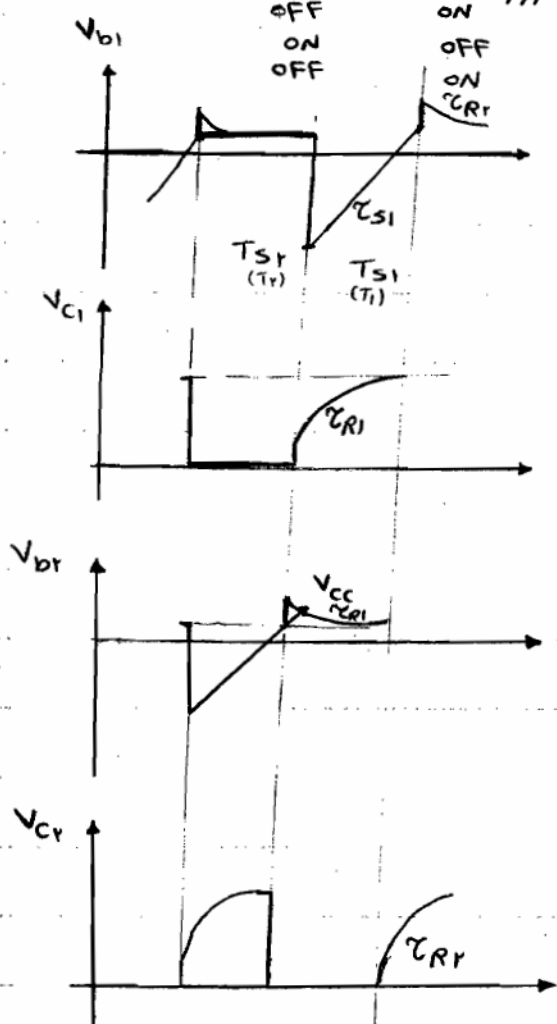
$$\tau_R = R_d C$$



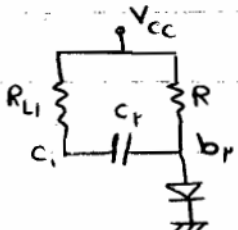


Astable
نوسازی

$\tau_S > \tau_R$
زماندهی خاموشی بیشتر از روشن شدن باشد



$$\tau_{Sr} = R_r C_r$$



$$\tau_{R1} = R_{L1} C_r$$

$$\tau_{S1} = R_r C_1$$

$$T_1 = \tau_{S1} \ln \frac{V_{CC} + (V_{CC} - V_{BE})}{V_{CC} - V_{BE}} = \tau_{S1} \ln 2 = 0.69 R_r C_1$$

$$T_2 = \tau_{Sr} \ln \frac{V_{CC} + (V_{CC} - V_{BE})}{V_{CC} - V_{BE}} = \tau_{Sr} \ln 2 = 0.69 R_r C_r$$

در حالت تقارن
 $R_1 = R_2 = R$
 $C_1 = C_2 = C$
 $R_{L1} = R_{L2} = R_L$

زمان بارش $T_1 = T_2 = R C \ln 2 \approx 0.7 R C$

باید کوپلینگ از زمان نصف و پر باشد
 تا شکل موجی مربعی و مستطیلانی بگیرد

شرط اشباع ترانزیستور $R < \beta R_L$ (۲)

۱، ۲ $\rightarrow 5.8 R_L < R < \beta R_L$

باید R را بزرگ کنیم تا به تریس است ن آید. در بزرگ اشباع کردن R با بارها در ن آید
 پس از ترانزیستورهای با β بزرگتر استفاده ن کنیم

یک وضعیت دیگر است اسباب توان هر دو ترانزیستور است، این وقتی پیش می آید که R کوچک باشد زیرا جریان بسیار ترانزیستور بطور آبی تابش شده و هر دو روشن می شوند که استفاده از ترانزیستور راه حل این مشکل است برای شروع نوسان یک ترانزیستور، β است تا β Regeneration، پس باید برای جلوگیری از این وضعیت باید R را بزرگ انتخاب کرد. مثال:

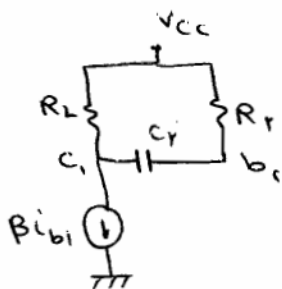
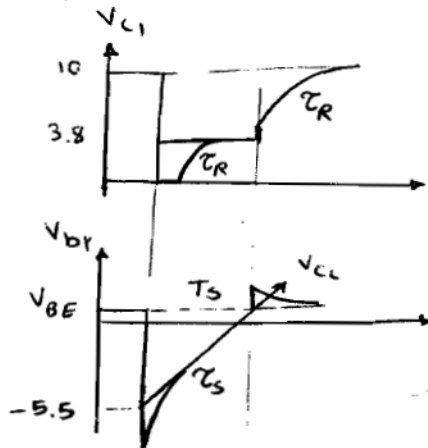
$$R_1 = R_2 = R = 75 K$$

$$C_1 = C_2 = C = 100 pF$$

$$R_{L1} = R_{L2} = R_L = 1 K$$

$$V_{CC} = 10 V, \beta = 50$$

شرط $R < \beta R_L$ برقرار نیست پس ترانزیستور را به اسباب نمی رانند.

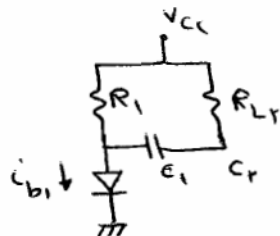


با مقعر از ولتاژ C_1

$$i_{B1} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R}$$

با مقعر از ولتاژ C_1

$$V_{C1} = V_{CC} - \beta i_{B1} R_L = 10 - 50 \frac{10 - 0.7}{75} = 3.8 V$$



$$\tau_S = C(R_L + R) = 76 \mu sec$$

$$T_S = \tau_S \ln \frac{10 + 5.5}{10 - 0.7} = 38.9 \mu sec$$

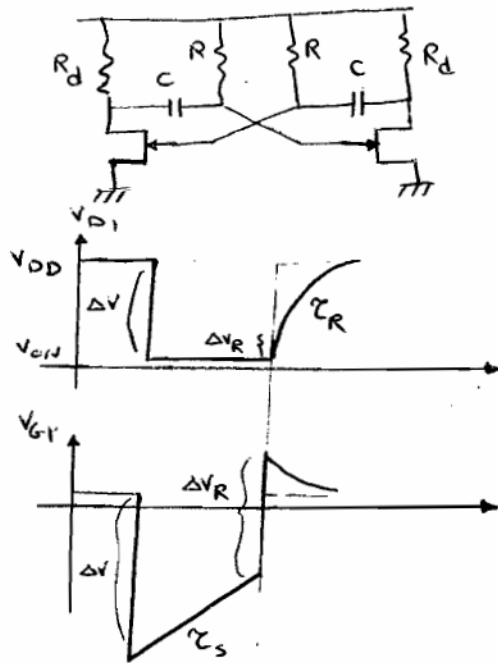
با توجه به شکل موجها فوق ولتاژ مقعر شده C_1 برابر $3.8 - 0.7 = 3.1 V$ خواهد بود

$$I_m = \frac{10 - 3.8}{R_L} = 6.2 mA \text{ با } i_{B1} \text{ برابر است}$$

این جریان به مقدار کافی زیاد است که β را به اسباب میرد. این جریان با $\tau_R = R_L C = 100 nsec \ll \tau_S$ از بین می رود.

چون اثر آن بسیار سریع از بین می رود در آن زمان مقعر کردن در زمانها نیست آمده تقریباً موجها ای که این overshoot را هم در نظر بگیریم تقریباً برابر است.

JFET



در حالت متعادل

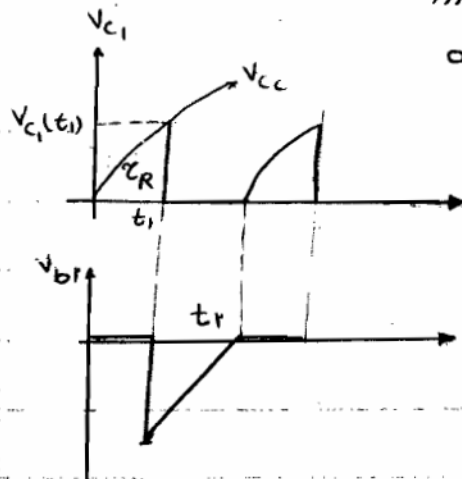
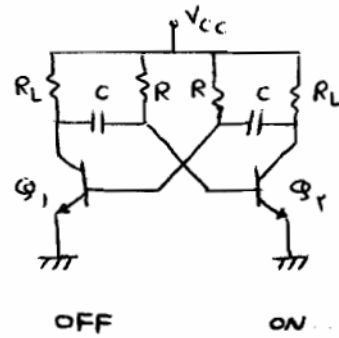
$$T_1 = T_2 = \tau_s \ln \frac{V_{DD} - V_{GSUB} + V_{DD} - V_0}{V_{DD} - V_P}$$

$$\tau_s = RC$$

$$\tau_R = R_d C$$

$$\tau_s > \tau_R$$

بازنشانی غیر متعادل



$$V_C(t_1) = V_{CC} (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau_R}}) \quad (1) \quad \tau_R = R_L C$$

$$V_B(t) = V_{CC} - (V_{CC} - V_C(t_1)) e^{-\frac{t}{\tau_S}} \quad \tau_S = RC$$

$$V_{BE} = V_{CC} - [V_{CC} - V_C(t_1)] e^{-\frac{t_1}{\tau_S}} \quad (2)$$

با جایگزینی کردن معادله (1) در (2) خواهیم داشت:

$$\left(1 - \frac{V_{BE}}{V_{CC}}\right) - 2 e^{-\frac{t_1}{\tau_S}} + e^{-\frac{t_1}{\tau_S}} - \frac{t_1}{\tau_S} e^{-\frac{t_1}{\tau_S}} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow \tau_s = \lambda \tau_R$$

$$\lambda + 1$$

$$x - 2x + 1 = 0$$

$$x \leq 1$$

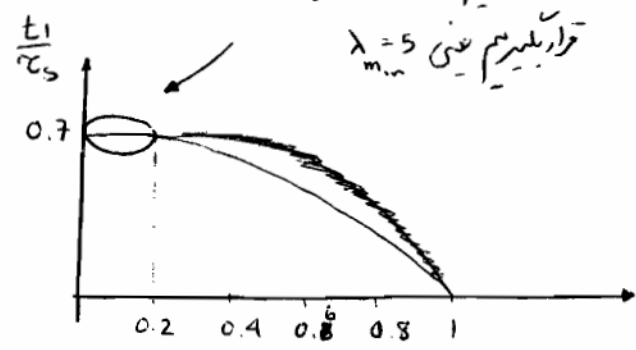
ماتریس

$$\rightarrow t_r = \tau_s \ln \frac{1}{\lambda}$$

$$\text{For } \lambda = \text{large} \rightarrow -2x + 1 = 0 \rightarrow x = \frac{1}{2} \rightarrow t_r = \tau_s \ln 2$$

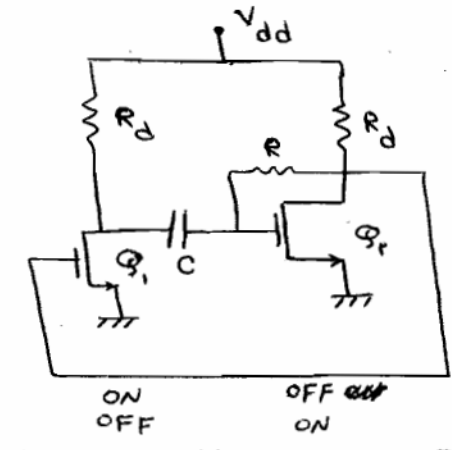
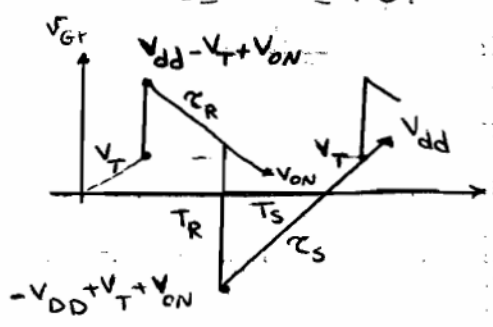
$$\text{For } \lambda = 1 \quad \tau_s = \tau_R \rightarrow x^2 - 2x + 1 = 0 \rightarrow x = 1 \rightarrow t_r = 0$$

ماستی می بینم که همیشه در این منطقه قرار بگیریم یعنی $\lambda_{min} = 5$

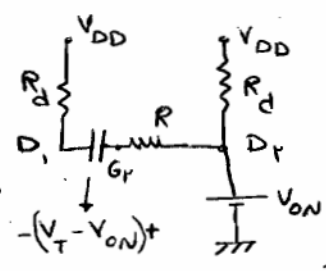
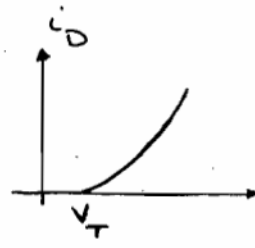


$$\frac{\tau_R}{\tau_s} = \frac{1}{\lambda}$$

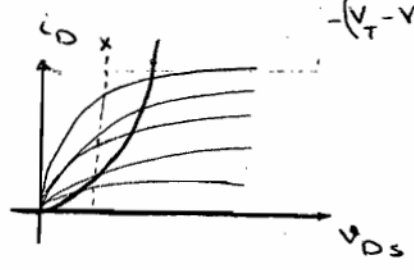
استابل با یک عنصر ضربه کننده انرژی:



در حالت ON، $V_{DS} = V_{GS} - V_T \rightarrow \phi_1$ FET می باشد، با هم می است.



$$\tau_R = (R_D + R)C$$

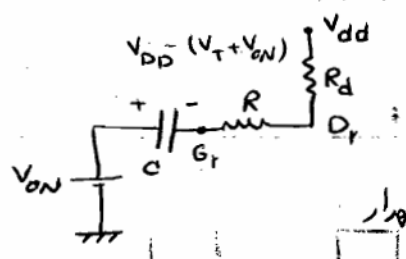


حالت در زمان سوئیچ وقتی می بینیم که به هر دو منطقه

$$V_{DS} = V_{GS} - V_T$$

$$V_{GS} = V_T + V_{ON}$$

ϕ_1 : ON, ϕ_2 : OFF



$$\tau_s = \tau_R = (R + R_D)C$$

$$T_R = \tau_R \ln \frac{V_{ON} - (V_{DD} + V_T - V_{ON})}{V_{ON} - (V_T + V_{ON})}$$

$$\approx \tau_R \ln \left(1 + \frac{V_{DD}}{V_T} \right)$$

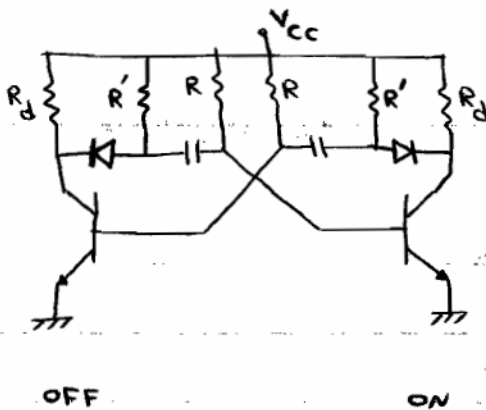
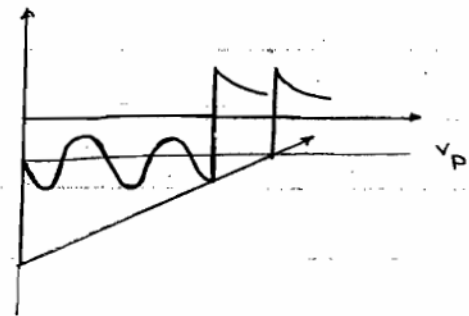
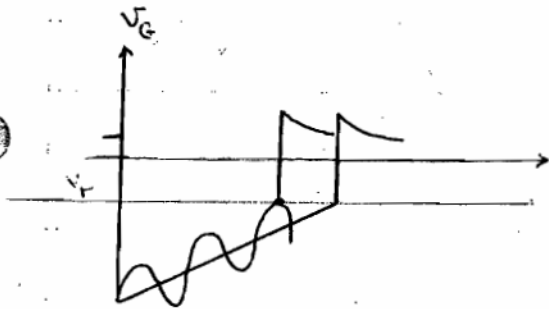
معمولاً V_{DD} خیلی بیشتر از V_T است بنابراین می توان گفت $T_R = 4\tau_R$

$$T_S = \tau_S \ln \frac{V_{DD} - (2V_{ON} + V_T - V_{DD})}{V_{DD} - V_T}$$

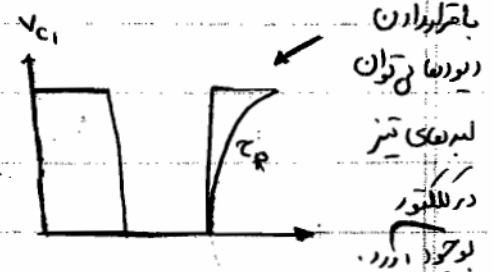
For $V_{dd} = \text{large} \rightarrow T_S = \tau_S \ln 2$

منحنی مولتی ویرتورها:

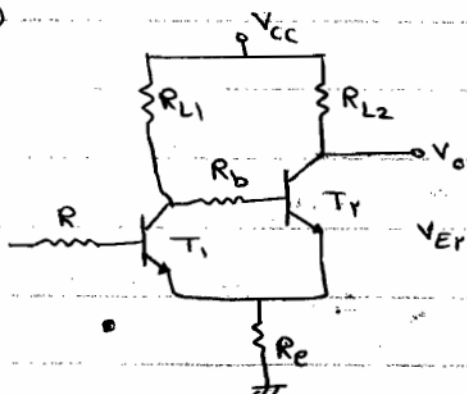
اگر سیگنال به ورودی است و هر دو نیم سیگنال را می توان جداگانه در نظر گرفت. سوییچ
 .. به یک .. نیم سیگنال بعدی .. زمان بازگشت .. راست



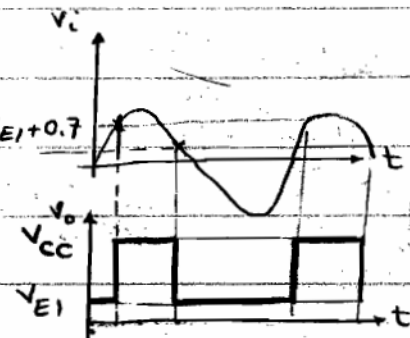
مدار برای داشتن پالسها تیز در لکتور:



(کتاب رستگاری)

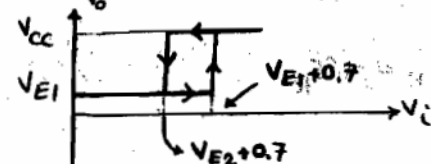


اسمیت تریگر Schmitt trigger:



$V_i = 0$ ابتدا T_1 OFF, T_2 ON (اسات)

$$V_o = \frac{V_{CC} R_e}{R_{L2} + R_e} = V_{E1} \rightarrow \text{نقطه عتباتی}$$



مربع T_1 ON می شود، T_2 OFF می شود. \rightarrow اگر $V_i \geq V_{E1} + 0.7$

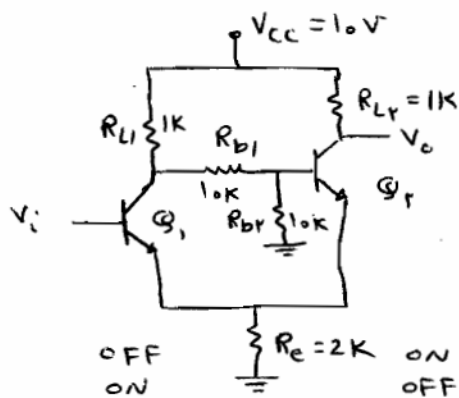
تغییرات کاهش I_{C2} بیشتر از افزایش I_{C1} است به دلیل بهره T_1 ، (این به معنی ضریب مثبت است).

$$T_2: \text{OFF} \quad V_o = V_{CC}$$

$$T_1: \text{ON (اسباع)} \quad V_{E2} = \frac{V_{CC} R_e}{R_{L1} + R_e}$$

اگر $R_{L1} > R_{L2} \rightarrow V_{E2} < V_{E1}$

کاربردها: مقایسه کننده، تبدیل شکل موجهای غیر مربعی به مربعی، برای استفاده در مدارهای دیجیتال



اسمیت ترانزیستور:

ابتدا V_i کم و

$$T_1: \text{OFF} \quad T_2: \text{ON}$$

با صرف نظر از I_{Br}

$$V_{C1} = V_{CC} \frac{R_{B1} + R_{Br}}{R_e + R_{B1} + R_{Br}} = 9.53 \text{ V}$$

$$V_{B2} = 9.53 \frac{R_{Br}}{R_{B1} + R_{Br}} = 4.76 \text{ V}$$

$$V_e = 4.76 - 0.7 = 4.1 \text{ V}$$

$$I_{C2} = \frac{4.1}{R_e} = 2.05 \text{ mA}$$

$$V_{C2} = V_{CC} - I_{C2} R_{L2} = 7.95 \text{ V}$$

$$V_{CE2} = V_{C2} - V_e = 7.95 - 4.1 = 3.85 \text{ V} \quad \text{در سطح فعال است}$$

وقتی $V_i \geq 0.5 + V_e = 4.6 \text{ V}$ شد، T_1 شروع به هدایت کرده، ولت در ترانزیستور T_1 را ON و T_2 را OFF می کند.

$$V_i = 4.6 \text{ V}$$

$$V_e = 4.6 - 0.7 = 3.9 \text{ V}$$

$$I_{C1} = I_e = \frac{V_e}{R_e} = 1.95 \text{ mA}$$

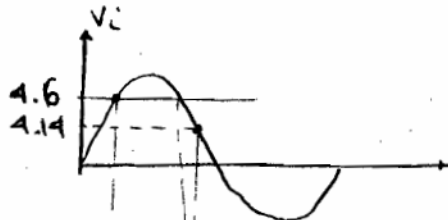
$$\frac{V_{CC} - V_{C1}}{R_{L1}} = I_{C1} + \frac{V_{C1}}{20}$$

با داشتن KCL:

$$\frac{10 - V_{C1}}{1K} = 1.95 + \frac{V_{C1}}{20K} \rightarrow V_{C1} = 7.66 \quad V_{br} = \frac{V_{C1}}{2} = 3.83V$$

$$V_{BE2} = V_{br} - V_e = -0.07 \rightarrow T_2 : \text{OFF}$$

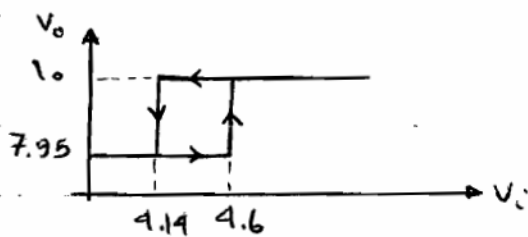
$$V_{C2} = 10V$$



با فرض V_i صغیر عرض شود باید بینیم
به ازای چه V_i ای $V_{BE2} = 0.5$ قرار دارد
رئیساً سیر اند



$$I_{C1} = \frac{V_i - 0.7}{2K}$$



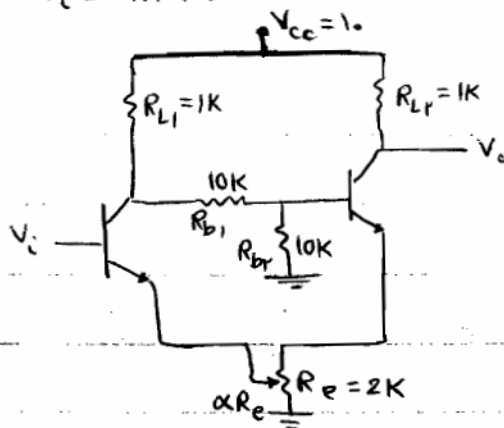
$$\frac{10 - V_{C1}}{1K} = \frac{V_i - 0.7}{2K} + \frac{V_{C1}}{20K}$$

$$\rightarrow V_{C1} = 9.86 - 0.48V_i$$

$$V_{b2} = \frac{V_{C1}}{2} = 4.92 - 0.24V_i$$

$$V_{be2} = V_{b2} - V_e = 5.62 - 1.24V_i = 0.5$$

$$\rightarrow V_i = 4.14V$$



$$T_1 : A_1 \quad \text{or}$$

$$T_2 : A_2 \quad "$$

$$R_{B1}, R_{B2} : K_1$$

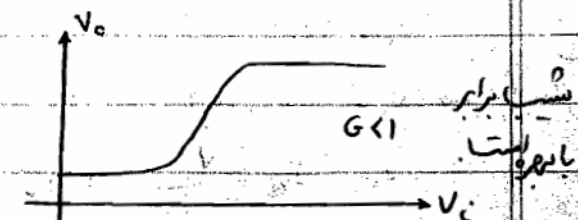
$$R_E : K_2 \quad \text{مقاومت مشترک}$$

$$A_p = \frac{A_1 A_2 K_1}{1 - A_1 A_2 K_1 K_2}$$

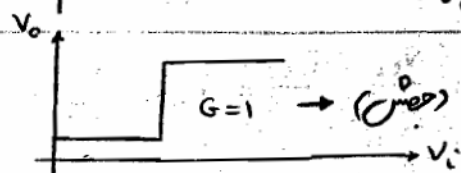
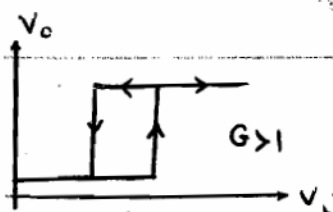
$$\alpha < 0.9 \rightarrow G < 1$$

$$\alpha = 0.9 \rightarrow G = 1$$

$$\alpha > 0.9 \rightarrow G > 1$$



فیلتر
پهنای باند

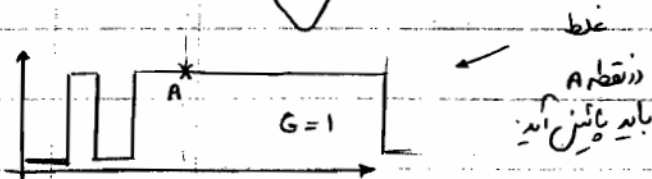
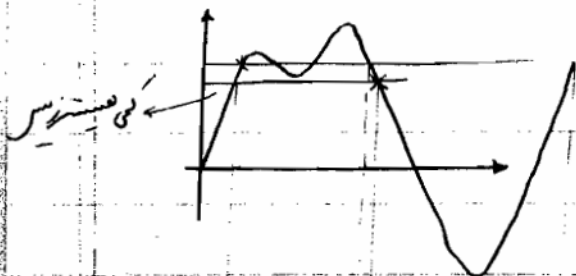


حفظ

همه کاهنده می باشد (است $A_p = \infty$)
حلقه مستقر می شود

برای یک مقایسه کننده در تریکل از $G=1$ استفاده کرد که وقتی V_i از یک و ولت بالا شود High شود و در غیر این صورت Low گردد.

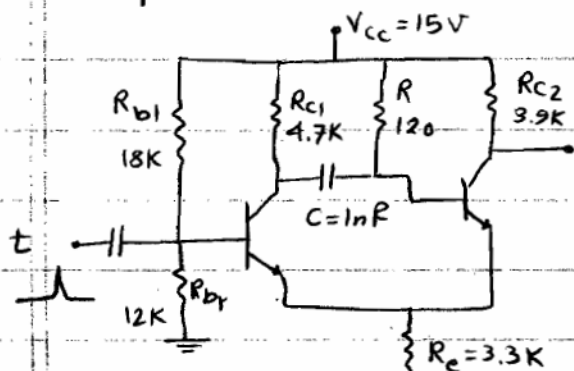
برای یک مقایسه کننده مقدار کمی سیگنال را می بینیم (از $G=1$) مطمئن شویم که همه ی اینها را داریم $A_F = \infty$



نی سیگنال



صورت استاندارد با کولر ولت:



در حالت دائم $T_1: OFF$ $T_2: ON$ $T_3: OFF$

OFF
ON

ON
OFF

$$V_{cc} = R_e(I_{c2} + I_{br}) + V_{ce_{sat}} + R_{c2}I_{c2}$$

$$V_{cc} = R(I_{b2} + V_{be} + R_e(I_{c2} + I_{b2}))$$

$$\rightarrow \begin{cases} I_{c2} = 2.04 \text{ mA} \\ I_{br} = 0.06 \text{ mA} \end{cases}$$

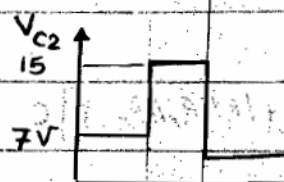
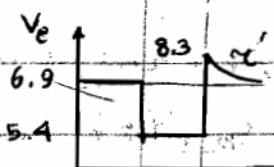
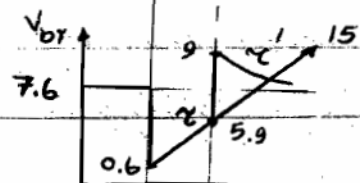
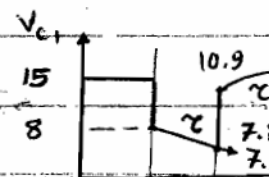
$$V_e = R_e(I_{c2} + I_{b2}) = 6.9 \text{ V}$$

$$V_{br} = V_e + V_{be} = 7.6 \text{ V}$$

$$V_{c2} = V_e + V_{ce_{sat}} = 7 \text{ V}$$

$$V_{b1} = V_{cc} \frac{R_{br}}{R_{b1} + R_{br}} = 6 \text{ V}$$

$$V_{b1} < V_e \rightarrow T_1: OFF$$



$$V_{q(0)} = 15 - 7.6 = 7.4 \text{ V}$$

بعد از اعمال ترنسر فرض می کنیم T_1 فعال می شود.

$$V_{BE}$$

$$V_e = 6 - 0.6 = 5.4 \text{ V}$$

$$I_{C1} \approx I_e = \frac{V_e}{R_e} = 1.6 \text{ mA}$$

بازنویس
KCL

$$\frac{V_{CC} - V_{C1}}{4.7} + \frac{V_{CC} - V_{q(0^+)} - V_{C1}}{120 \text{ K}} = I_{C1} \xrightarrow{1.6 \text{ mA}}$$

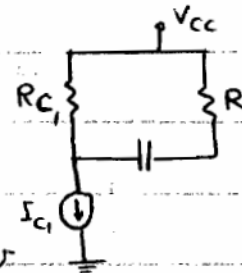
$$\rightarrow V_{C1} = 8 \text{ V}$$

$$V_{ce1} = 8 - 5.4 = 2.6 \text{ V} \rightarrow T_1: \text{ فعال}$$

$$V_{be2} = 0.6 - 5.4 = -4.8 \rightarrow T_2: \text{ OFF}$$

$$\tau = (R + R_{C1})C$$

$$V_{b2} \rightarrow 15 \text{ V}, \quad V_{C1} \rightarrow V_{CC} - R_{C1} I_{C1} = 7.5 \text{ V}$$



تغییر وضعیت وقتی میسر می آید که V_{be2} بزرگتر یا مساوی 0.5 گردد.

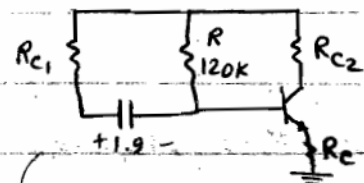
$$V_{b2} = 0.5 + 5.4 = 5.9$$

تغییر وضعیت

$$T = \tau \ln \frac{V_{SS} - V_i}{V_{SS} - V_F} = 57.2 \mu\text{sec}$$

بازنویس

برای میانه معادله در (1) و (2) باید به KVL نوشته شود
اصولاً از جریان شافت R بتوان نوشت:



$$V_{CC} = R_{C2} i_C + V_{ce_{sat}} + R_e (i_C + i_{b2})$$

$$V_{CC} = R_{C1} i_{b2} + 1.9 + V_{be} + R_e (i_{C2} + i_{b2})$$

$$\begin{aligned} i_{C2} &= 1.67 \text{ mA} \rightarrow V_{C1} = 10.9 \\ i_{b1} &= 0.86 \text{ mA} \rightarrow V_{b2} = 9 \text{ V} \end{aligned}$$

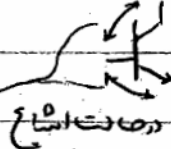
$$V_e = 8.3$$

$$\tau' = [R_C + (R \parallel R_e \parallel R_{C2})] C$$

$$\tau' = (R_{C1} + R \parallel \frac{R_e}{1+\beta}) C$$

با توجه به
اشباع بودن ترانزیستور

در حالت اشباع
معادله کوتاه مدته ترنسر

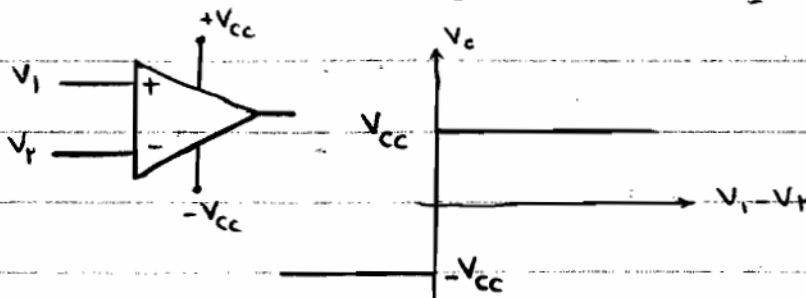


در ترانزیستور
فعال فرض می شود

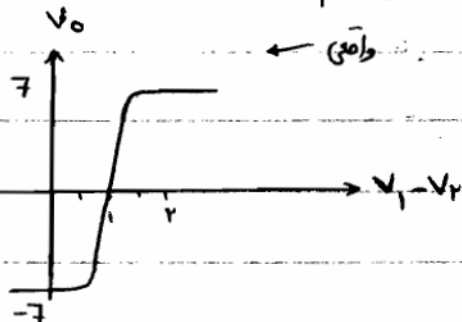
شرط کار $V_{b1} < V_e + V_{be}$ ←
 اگر این شرط برقرار نباشد سوزن تبدیل به یک سابلینر می شود.

کاربرد تقویت کننده عملیاتی در کسب و آلس : (millman) (درتسجندی)

۱- comparator مقایسه کننده

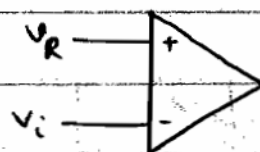
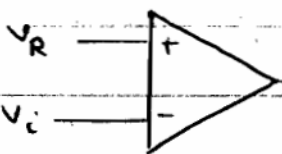
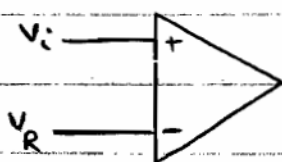


$$A_v = 14000$$



inverting

non inverting

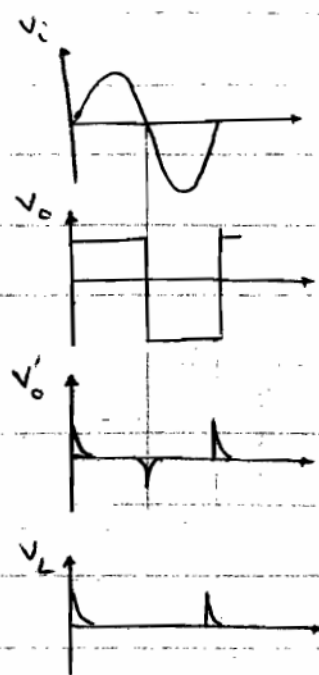
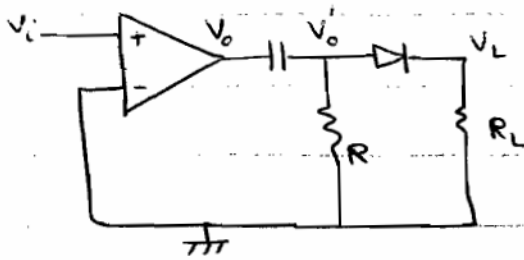


خروجی را محدود می کنیم



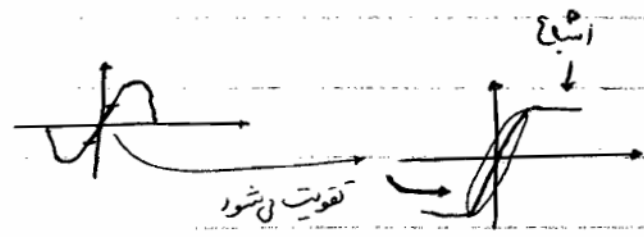
با اضافه کردن یک خازن به op amp یک قطب غالب ایجاد کرده و پهنای باند را افزایش می دهیم و پهنای باند را افزایش می دهیم. $\rightarrow sR \uparrow$ → مقایسه کننده
 لزومی ندارد

V_P باید (اولاً) از V_{CM} کمتر باشد



اسپیکار Zero crossing Detector ZCD

یک مدار ساده برای تشخیص فرکانس یک موج متوسط (فرکانس متوسط)

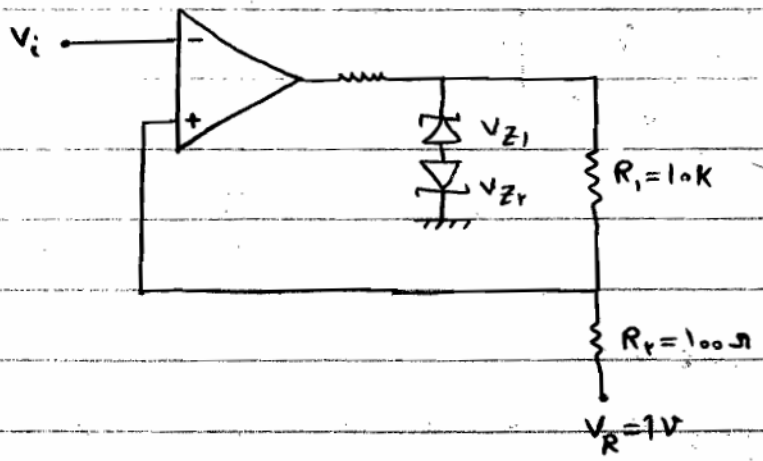


اگر به موج مربعی خروجی ترانزیستور (در حالت رله)

ما یک ضربه یک به مقایسه کننده اضافه می کنیم تا به ترانزیستور

Schmitt trigger:

بمقایسه کننده معمولی لبه های پالس تیز نبوده و اگر فرکانس موج ورودی خیلی کم باشد مدتی طول کشد تا تغییر حالت بیفتد همچنین در مقایسه کننده معمولی اگر ورودی دارای نویز باشد در خروجی تغییر حالت ناخواسته ممکن است بیفتد.



$$A_P = \frac{A}{1 + \beta A}$$

$$\text{if } \beta A = -1 \rightarrow A_P = \infty$$

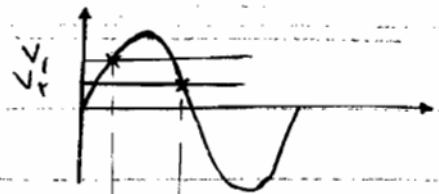
$$A = -14000$$

$$\beta = \frac{R_f}{R_1 + R_f} = \frac{1}{140}$$

$$\beta A = -140$$

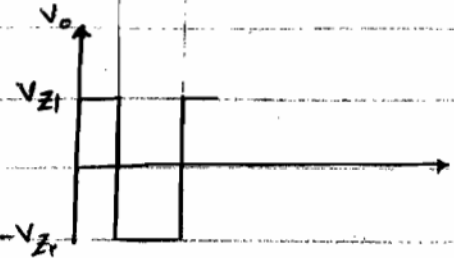
if $V_i < V^+ \rightarrow V_o = V_{Z1}$

$$V^+ = V_R \frac{R_1}{R_1 + R_f} + V_{Z1} \frac{R_f}{R_1 + R_f} \equiv V_i$$



if $V_i \geq V^+ \rightarrow V_o = -V_{Zr}$

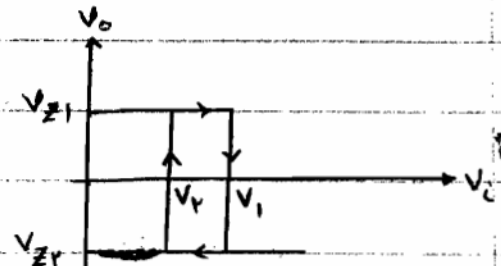
$$V^+ = V_R \frac{R_1}{R_1 + R_f} - V_{Zr} \frac{R_f}{R_1 + R_f} \equiv V_i$$



if $V_i < V^+ \rightarrow V_o = V_{Z1}$

$$V_{Z1} = V_{Zr} = 7V$$

$$V_i = 1.059 \quad V_r = 0.921 \quad V_H = V_i - V_r = 0.138$$

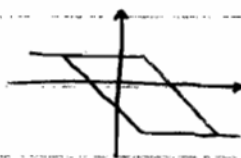
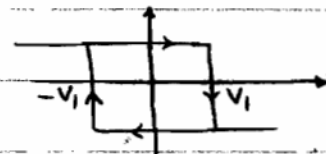


if $V_{Z1} = -V_{Zr}$

$$V_R = 0$$

حالت متوازن خواص را

$$V_i = -V_r = V_Z \frac{R_f}{R_1 + R_f}$$



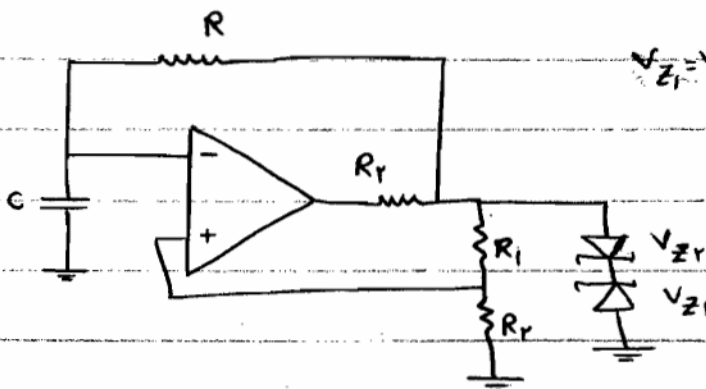
در عمل داریم
این تغییر شکل

علت slew rate می باشد.

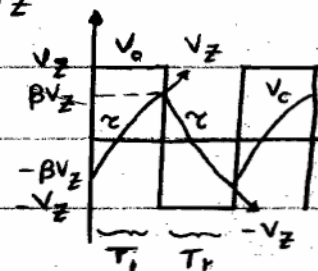
slew rate علی حدی در کثرت سب است

المان

مولد موج مربعی: square wave generator



$$V_{Z1} = V_{Zr} = V_Z$$



if $V_c < V^+ \rightarrow V_o = V_Z \quad V^+ = V_Z \frac{R_f}{R_1 + R_f} = \beta V_Z$

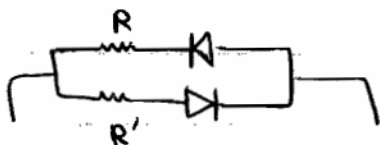
خازن با $R_c = R$ به سمت V_Z شارژ می شود وقتی $V_c \geq \beta V_Z$

$$V_c \gg \beta V_Z \longrightarrow V_o = -V_Z \quad V_o^+ = -V_Z \frac{R_f}{R_i + R_f} = -\beta V_Z$$

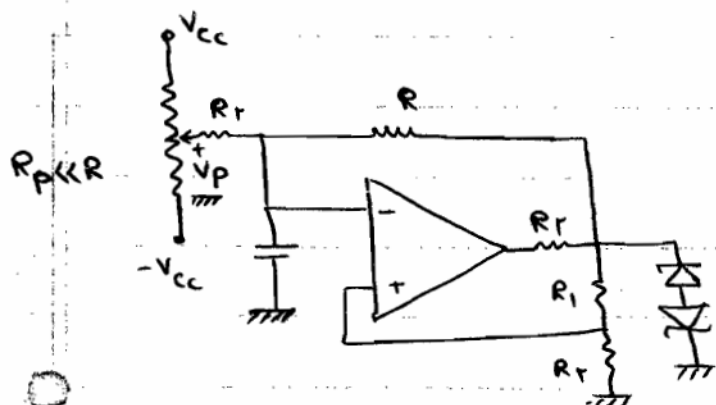
خازن با $R_c = R_c$ به سمت V_z شارژی شود. وقتی $V_c = V_z$ شد مجدداً تغییر وضعیت می‌دهد.

به علت تقارن $T_1 = T_2$ است. ... زن مستقل از V_z ...
 $T_1 = T_2 = R_c \ln \frac{1+\beta}{1-\beta}$ است.

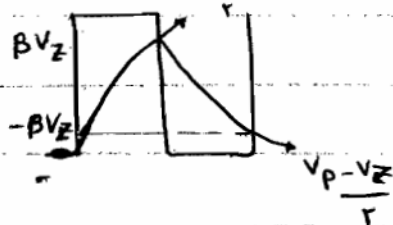
با $0.5 \mu\text{A}$ معمول این مدار در محدوده 10 Hz تا 10 KHz میسر است. (Slew Rate) این آی سی
فرکانس بالای ما را محدود می کند.
به علت افست و drift سبب محدود شدن فوئر و شش می شود.
انداخت می تواند این مدار:



اگر به جای R مدار فوق ←
 (قرار انجم) θ مات زمانی های شارژ و دشارژ حازن



مشارکت خواهر شه
یاجی توان از موارد زیر استفاده کرد
 $v_p + v_z$

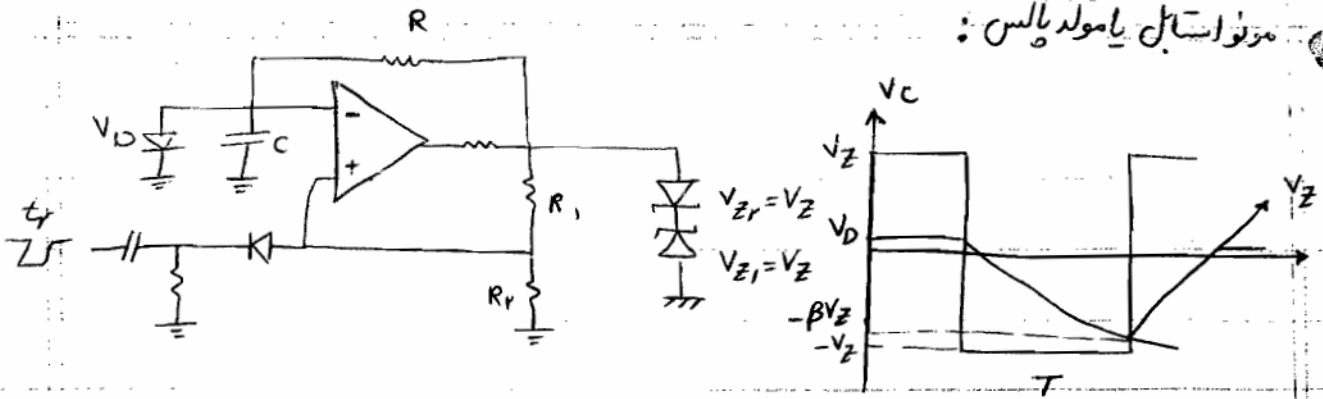


$$V_{CSS} = \frac{V_P}{r} + \frac{V_Z}{r} = \frac{V_P + V_Z}{r}$$

$$r = \frac{R_c}{r}$$

$$V_{CSS} = \frac{V_P}{r} - \frac{V_Z}{r} = \frac{V_P - V_Z}{r}$$

مونو استابل یا مولد یالس :



اگر $V_c = V_D < \beta V_Z = V^+ \rightarrow V_o = V_Z$ و $V^+ = \beta V_Z$

ترگرید باید بیشتر از $\beta V_Z - V_D$ باشد : $|t_{tr}| > \beta V_Z - V_D \rightarrow$ تغییر وضعیت پس می آید $V_o = -V_Z$

خازن با ثابت زمانی $\tau = RC$ به سمت $-V_Z$ شارژ می شود. وقتی به $-\beta V_Z$ رسید تغییر وضعیت پس می آید و خازن با $\tau = RC$ به سمت V_Z شارژ می شود.

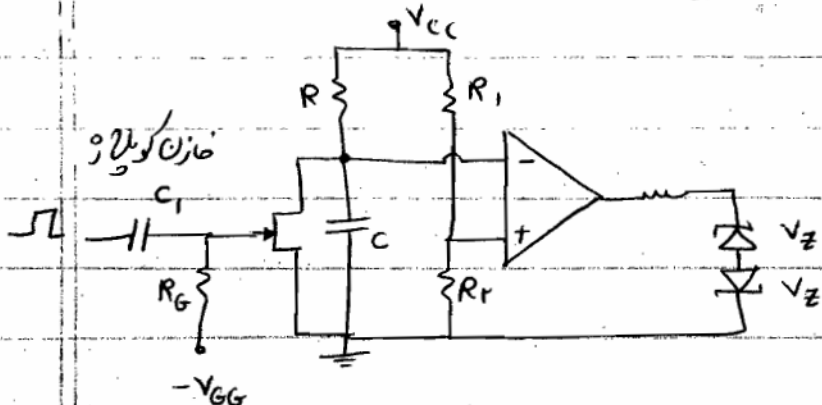
$T = RC \ln \frac{1 + \frac{V_D}{V_Z}}{1 - \beta}$ اگر $V_D \ll V_Z$

$T = RC \ln \frac{1}{1 - \beta}$ و اگر $\beta = 1/2 \rightarrow T = RC \ln 2 = 0.69 RC$

ترگرید بعد از وقتی اعمال می شود که به وضعیت پیا رسید باشد. اگر زودتر اعمال کنیم یالس داریم ولی زود دیگر آنتیست

(رابط نیست) و یالس مورد انتظار ما زود مساری است.

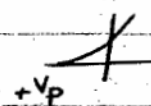
مونو با قابلیت ترگرید مجدد : retriggerable mono



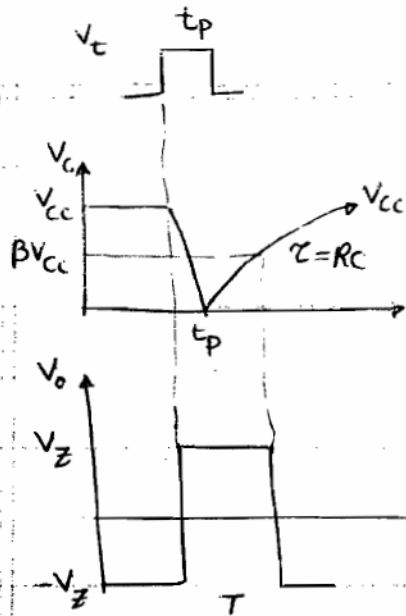
$-V_{GG}$ ، افت را به قاطع می برد پس قبل

از اعمال ترگرید خازن با V_{cc} شارژ شده

است



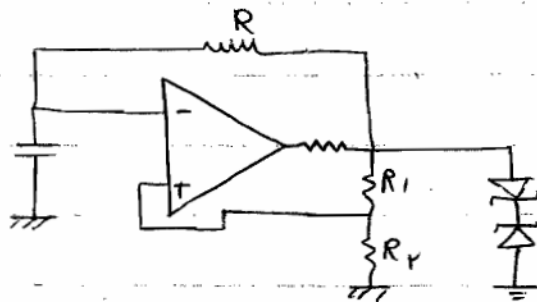
* فیدبک نداریم. با اعمال ترنسر FET روشن و خازن سریاً شارژ شود
خازن را گم می‌کنیم



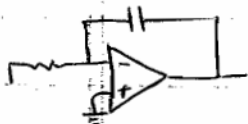
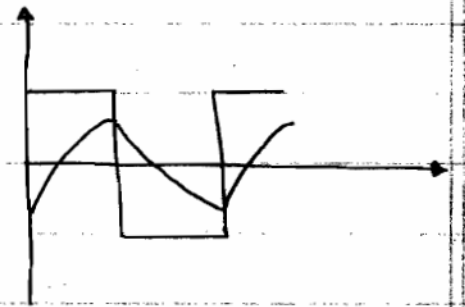
$$T = RC \ln \left(1 + \frac{R_f}{R_i} \right) + t_p$$

به این دلیل قابل بارشست می‌شویم که عموماً ترنسر اعمال کنیم

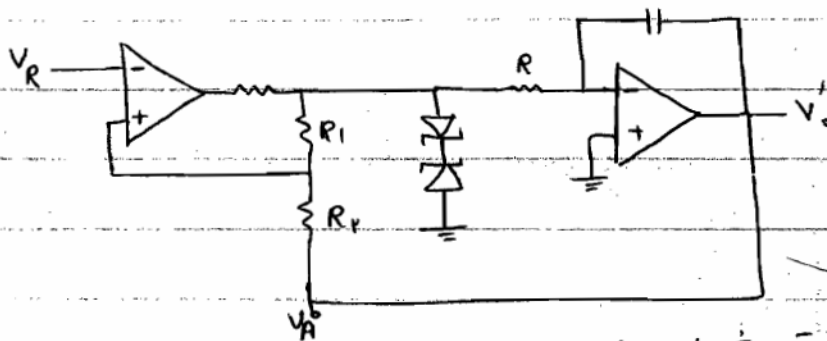
سریع شارژ می‌شود و دوباره شارژ می‌شود (بازدار) یا پس حتی نباید از صفر شروع شود.



مولد موج مثلثی:

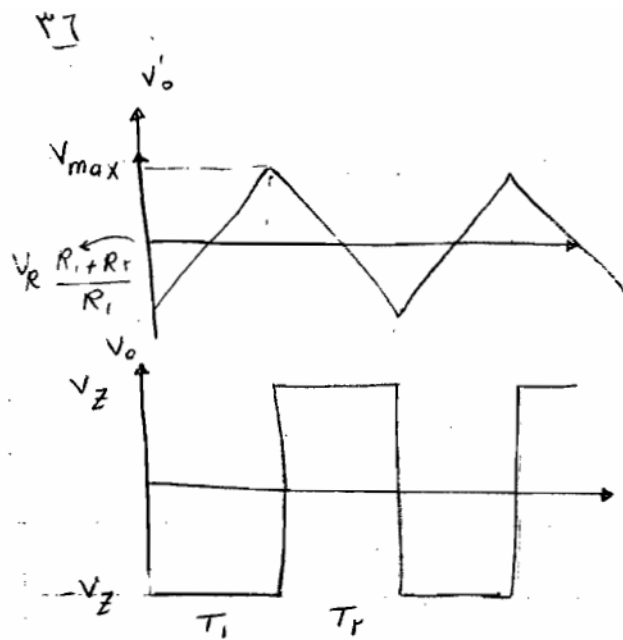


اگر خازن را با جریه ما به شارژ کنیم شکل موج مثلثی می‌شود یا با استراحت می‌ماند.



c چون خازنی است که
مثلاً به V_R متصل بود
ولی چون بین دو سر آن

افتاد حرف خازن داریم (به سیم منحنی متصل شده است)
خازن را به سیم مثبت می‌دهیم تا عبور آن کرده باشیم.



اگر فرض $V^+ < V_Z \rightarrow V_o = -V_Z$

$$V^+ = -V_Z \frac{R_f}{R_i + R_f} + V_o' \frac{R_i}{R_i + R_f}$$

اگر $V^+ = V_R \rightarrow V_o = V_Z$

$$V_R = -V_Z \frac{R_f}{R_i + R_f} + V_{max} \frac{R_i}{R_i + R_f}$$

$$V_{max} = V_R \frac{R_i + R_f}{R_i} + V_Z \frac{R_f}{R_i}$$

$$V^+ = V_Z \frac{R_f}{R_i + R_f} + V_o' \frac{R_i}{R_i + R_f}$$

با تغییر ولتیت ستر آمده:

یعنی جستر داریم چون V_o جستر ندارد و V^+ جستر دارد. با $V^+ = V_R$ تغییر ولتیت

$$V_R = V_Z \frac{R_f}{R_i + R_f} + V_{min} \frac{R_i}{R_i + R_f} \rightarrow V_{min} = V_R \frac{R_i + R_f}{R_i} - V_Z \frac{R_f}{R_i}$$

$$V_{max} - V_{min} = 2V_Z \frac{R_f}{R_i}, \quad V_{av} = \frac{V_{max} + V_{min}}{2} = V_R \frac{R_i + R_f}{R_i}$$

$$\text{اگر } V_R = 0 \rightarrow V_{max} = -V_{min} = V_Z \frac{R_f}{R_i}$$

مقدار تغییر ولتیت $\frac{R_f}{R_i}$ (امنه و با V_Z مقدار متوسط منهای ولتیت تغییر داده میشود)

$$I = C \frac{dV}{dt}$$

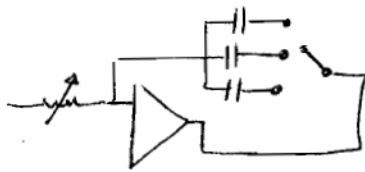
$$\left. \begin{aligned} \frac{V_Z}{R} = C \frac{V_Z \frac{R_f}{R_i}}{T_i} \end{aligned} \right\} \rightarrow T_i = T_f = \frac{2R_f R C}{R_i} \rightarrow T = \frac{FR_f R C}{R_i}$$

Pulse repetition Freq. فرکانس

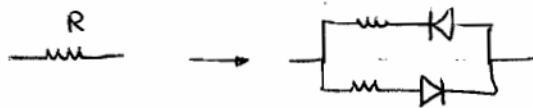
$$= PRF = \frac{R_i}{FR_f R C}$$

یعنی در یک دوره آستانه چندبار تکرار شود

باقسیر C و R توان PRF را تغییر داد تغییر پیوسته R ، تغییر پله‌ای C صورت می‌گیرد.

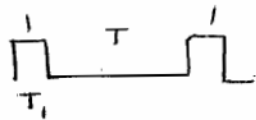


S.R ما را به فرکانس محدود می‌کند و ریزش و افت می‌بینیم را تعین می‌کند.



برای اینکه $T_1 \neq T_2$ چه کنیم:

(δ): duty cycle modulation



مدت زمانی که ولتس وجود دارد به کل دوره تناوب $\delta = \frac{T_1}{T}$ برای ستاره

یک راه مافوق $T_1 \neq T_2$ استفاده از شبکه دیود و تقویت است. راه دیگر استفاده از ولتاژ و ولتاژ

نسبت انتگرال‌تور است. $i_r = \frac{V_Z - V_S}{R}$ در زمان T_r و $i_i = \frac{-V_Z - V_S}{R}$ در زمان T_i

جریان شارژ و دشارژ تغییر می‌کند و V_{max} و V_{min} ثابت است.

مابین T_r و T_i $PRF = \frac{R_1}{ER_1RC} \left[1 - \left(\frac{V_S}{V_Z} \right)^2 \right]$

برای $V_S \neq 0$ ، PRF مشروط به $\delta = \frac{T_1}{T} = \frac{1}{r} \left(1 - \frac{V_S}{V_Z} \right)$

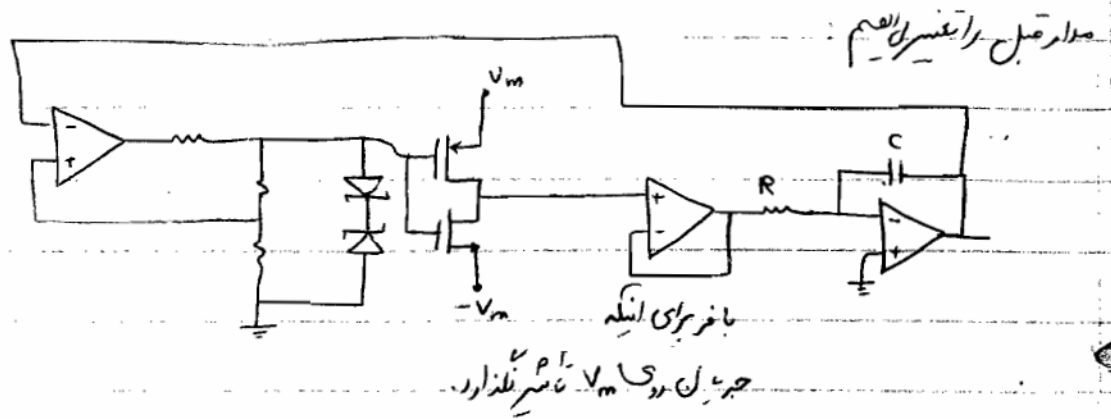
$V_S = V_Z \rightarrow \delta =$

$V_S = 0 \rightarrow \delta = 1/2$

$V_S = -V_Z \rightarrow \delta = 1$

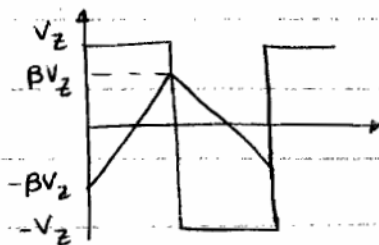
VCO یا Voltage control osc.

یعنی امپلیتودی که در آن بفرست می شود. مدار قبل در آن، فرکانس را تغییر می دهد اما غیر خطی است (توالی ۲)



اگر $V_z = 1$ باشد پستی و بلندی که $V_m = -V_z$ (۱) در آن با V_m نسبت به صفت می شود
در آن $-V_m$ شارژ می شود

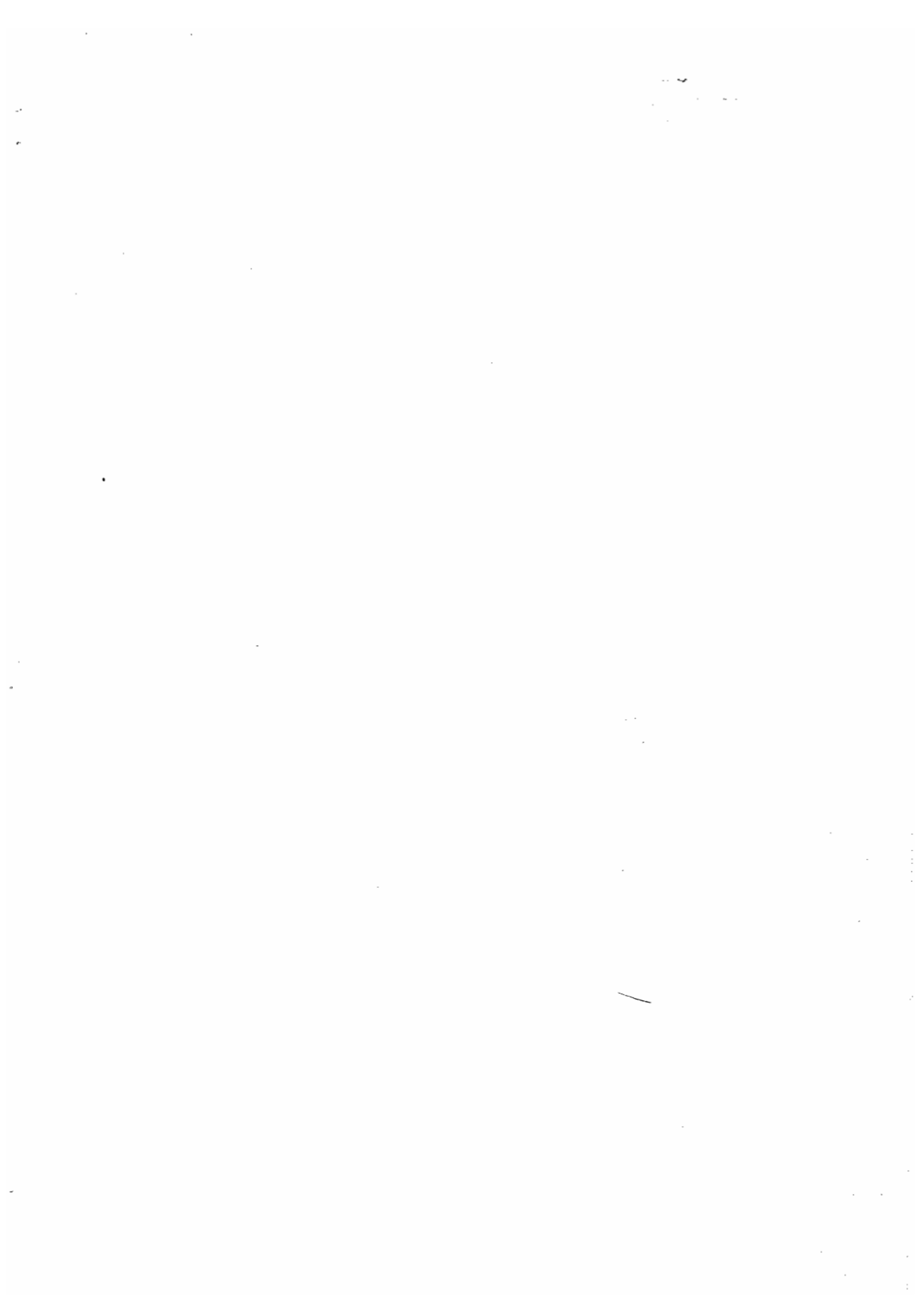
(در آن جای V_z با $V_m + V_z$ شارژ)



$$\frac{V_m}{R} = C \frac{BV_z - (-BV_z)}{T_1} \rightarrow T_1 = T_2, T = 2T_1$$

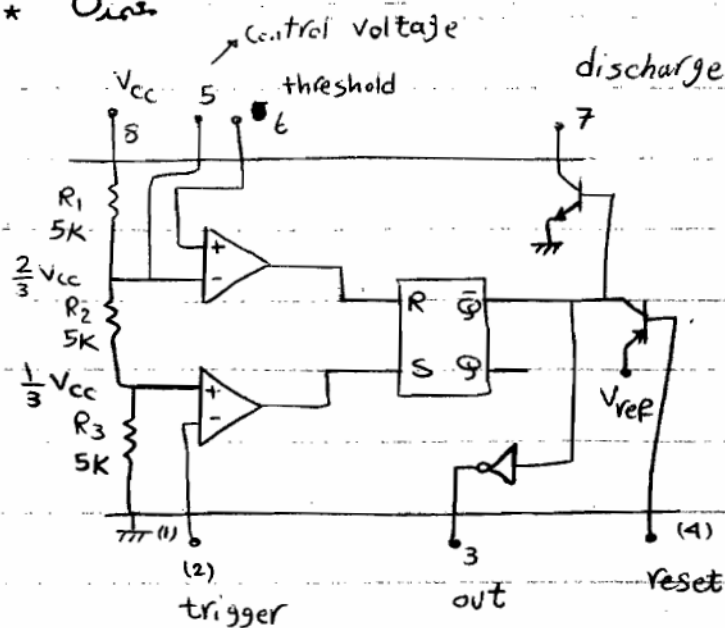
رابطه بین V_m خطی است

$$PRF = \frac{1}{T} = \frac{R_1 + R_2}{2R_1 R_2 C} \frac{V_m}{V_z}$$



Bell * مقدماتی

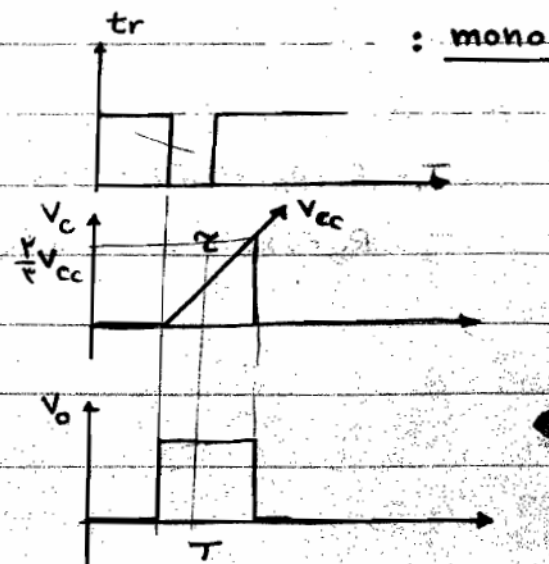
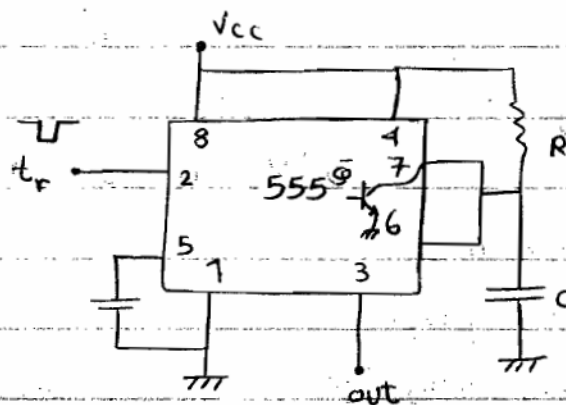
تایمر 555 :



در بارها و بارهای مختلف زمانی مانند سینوس، آستانه‌ای، سولید موج شلی و غیره به کار می‌رود.
برای نخستین بار در سال ۱۹۷۳ ساخته شد. در انواع TTL و CMOS (تندی ۵-۱۸^۷) با فرکانس
یک مسی را می‌توان کم برای فرکانس ایجاد کند که سبب می‌شود تا ۲۰۰ mA داینام در خروجی داشته باشد.
در CMOS همچنین برای تطبیق به خانواده TTL به کار می‌رود.

R	S	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
۰	۰	Q_n	\bar{Q}_n
۰	۱	۱	۰
۱	۰	۰	۱

از پایه ۵ (کنترل ولت) وقتی استفاده می‌شود
که نخواهیم سطوح مقایسه را تغییر دهیم در صورت
عدم استفاده برای جلوگیری از بروز نویز باید آنرا
با یک خازن ۰.۰۱_{MF} زمین کنیم.



تایمر ۵۵۵
در حالت $R=S=0$, $Q=1$, $\bar{Q}=0$
با اعمال ترنسر $S=1$, $R=0$, $Q=1$, $\bar{Q}=0$
ترانزیستور T قطع شده و زمان با $\tau=RC$ به سمت
 V_{cc} شارژ می‌شود.

با این فرض پالس ترنسیفر $R=S=0$ و تغییر در خروجی داده نمی شود

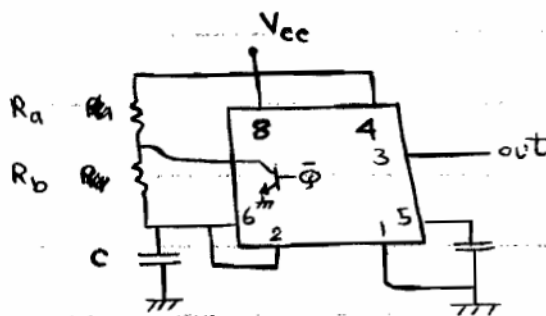
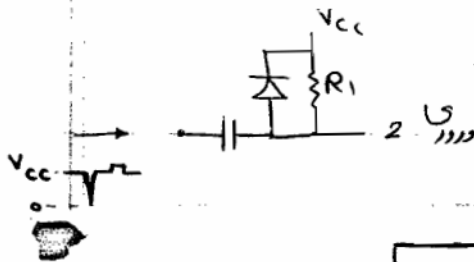
اگر $V_c > \frac{2}{3}V_{cc}$ ، $R=1$ ، $S=0$ پس $Q=0$ ، $\bar{Q}=1$

توانستیم T هدایت کرد و فیلتر از طریق آن دشارژ می شود. بارشار فیلتر $V_c < \frac{2}{3}V_{cc}$ ، $S=R=0$ و وضعیت ثابت می ماند.

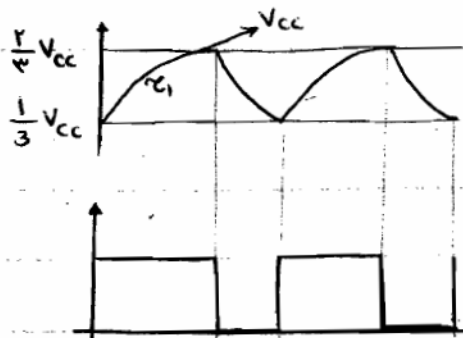
$$T = RC \ln \frac{V_{cc}}{V_{cc} - \frac{2}{3}V_{cc}} = RC \ln 2 = 1.1RC$$

انتهای T از ترنسیفر دیگر وارد شود اگر می نماند.

برای خامه پالس می توان از مایه Reset استفاده کرد.



: Astable



فیلتر C با R_a به سمت V_{cc} شارژ می شود.

$\geq \frac{1}{3}V_{cc}$ 0 0 1 0

$\geq \frac{2}{3}V_{cc}$ 1 0 0 1

توانستیم T هدایت کرد و فیلتر با $R_b C = \tau_r$ به سمت 0 دشارژ می شود.

$< \frac{2}{3}V_{cc}$ 0 0 0 1

$\leq \frac{1}{3}V_{cc}$ 0 1 1 0

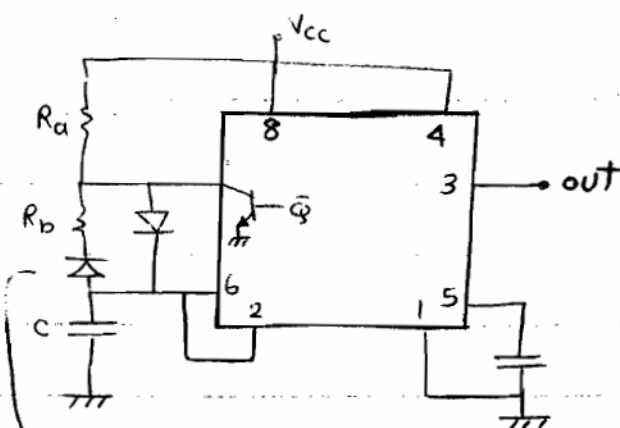
فیلتر با τ_r شارژ می شود.

$> \frac{1}{3}V_{cc}$ 0 0 1 0

$$T_1 = (R_a + R_b)C \ln 2 = 0.69(R_a + R_b)C$$

$$T_2 = R_b C \ln 2 = 0.69 R_b C$$

در این مدار نمی توان $duty\ cycle$ را 50% کرد.



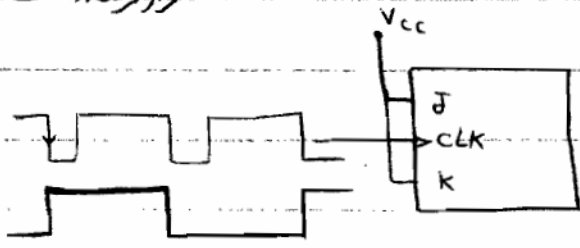
$$\tau_i = R_a C$$

$$\tau_r = R_b C$$

$$\text{if } R_a = R_b$$

$$T_i = T_r = 0.69 R_a C$$

در مدارم حالت شل شده اشکاف وار گرفته است

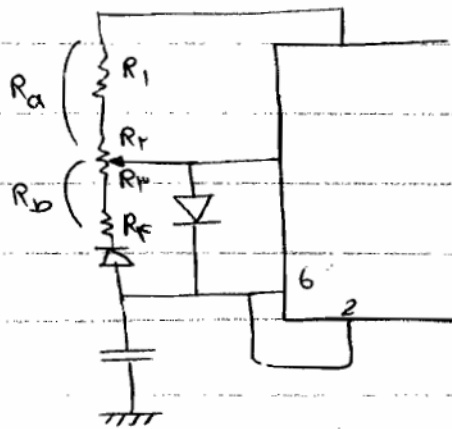


با R_b متغیر می توان δ متغیر داشت
منتهی این تغییر δ با تغییر PRF همراه است

$$\delta = \frac{T_i}{T_i + T_r}$$

با استفاده از فلیپ فلوپ JK می توان یک δ ۵٪ رسیه ان زمانت رسیه شده است

برای تغییر δ بدون تغییر PRF از مدار زیر می توان استفاده کرد



$$T_i = 0.69 (R_1 + R_2) C$$

$$T_r = 0.69 (R_2 + R_3) C$$

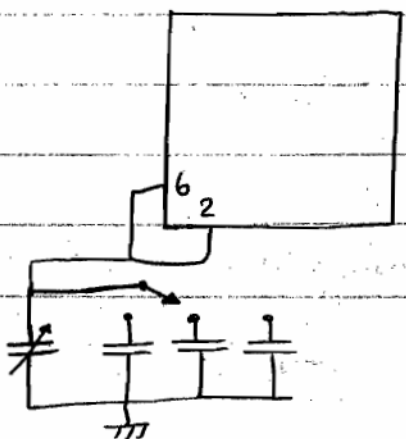
$$T = T_i + T_r = 0.69 (R_1 + R_2 + R_3) C$$

PRF

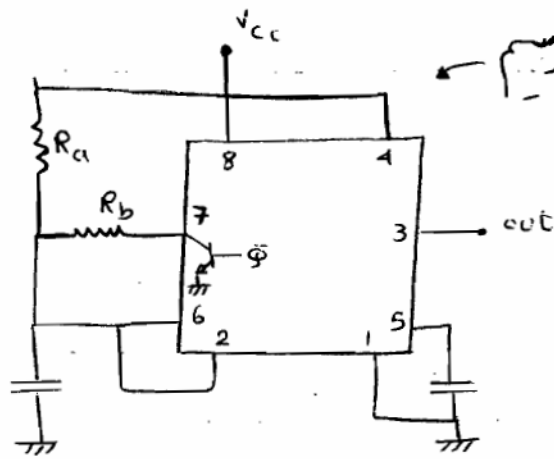
پایه

بدون تغییر PRF ، δ تغییر می کند

چگونه می توان ضمن حفظ δ ، PRF را تغییر داد
با تغییر خازن این عمل صورت می گیرد



با این خازن می توان صورت می گیرد
تغییرات را
و با تغییرات ولتاژهای دیگر صورت می گیرد
پایه ای تغییر می دهیم



مدار دیگری که می‌خواهیم duty cycle ۵۰٪ رسم

شارژ فاز

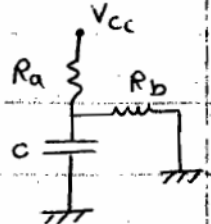
$$\tau_1 = R_{ac}C$$

$$T_1 = 0.69 R_{ac}C$$



$$\tau_r = (R_a \parallel R_b)C$$

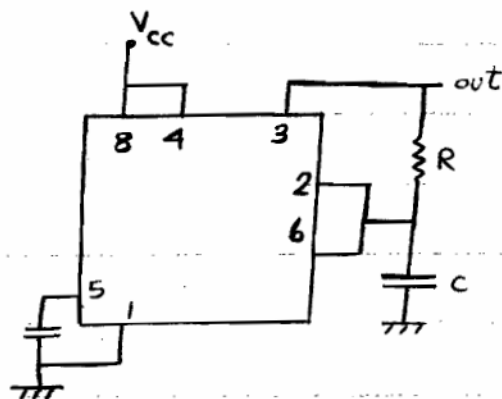
$$V_{SS} = V_{cc} \frac{R_b}{R_a + R_b}$$



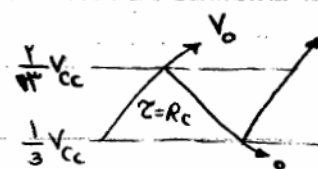
$$T_2 = [R_a \parallel R_b]C \ln \frac{R_b - 2R_a}{2R_b - R_a}$$

شرط بار $R_b < \frac{R_a}{2}$

برای این که ولت ژنراتور $\frac{1}{3}V_{cc}$ برای تغییر وضعیت برسد.



استابل:

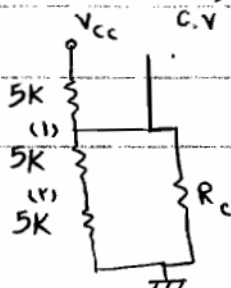


اگر $V_o = V_{cc}$ باشد، duty cycle برابر با ۵۰٪ است. $V_o = V_{cc} \rightarrow \delta = 50\%$

عکس $V_o = V_{cc} - 1V \Rightarrow \delta \neq 50\%$

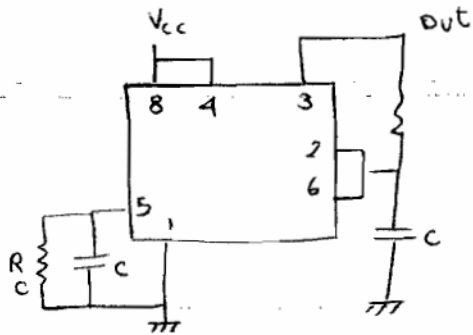
در اینجا پایه کنترل ولت ژنراتور استفاده شود تا $\delta = 50\%$ گردد.

اگر سطح مقایسه بجای $\frac{2}{3}V_{cc}$ و $\frac{1}{3}V_{cc}$ باشد $\frac{1}{3}V_o$ و $\frac{2}{3}V_o$ خواهد شد پایه کنترل ولت ژنراتور

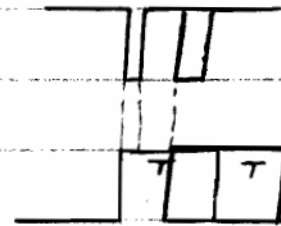
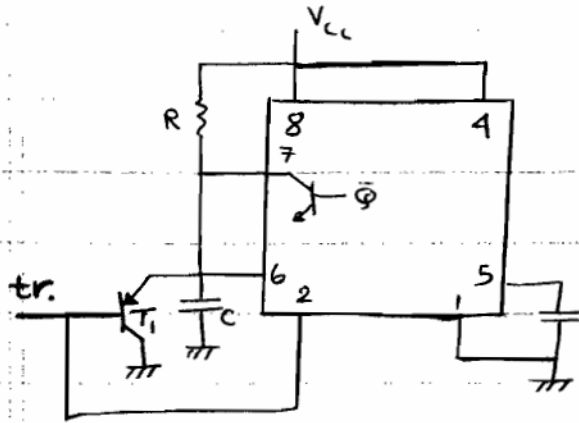


چه مقاومت R_c قرار گیرد تا نقاط (۱)، (۲)، و (۳) از

$\frac{1}{3}V_{cc}$ ، $\frac{2}{3}V_{cc}$ ، $\frac{1}{3}V_o$ ، $\frac{2}{3}V_o$ برسد

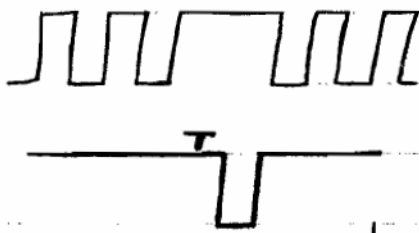


: retriggerable mono

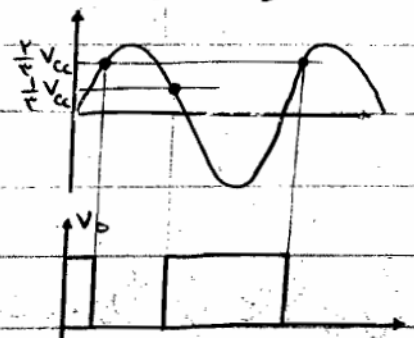
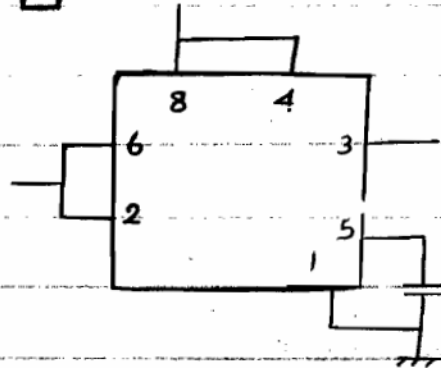


زمان T از زمان اعمال ترنجر شروع می شود

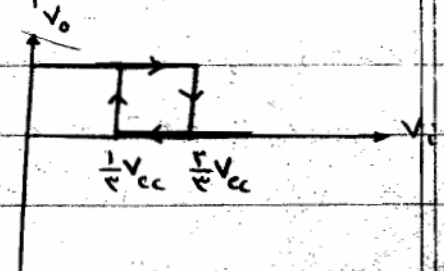
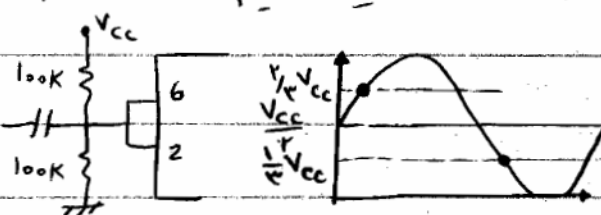
استار ساز یا اس مقفود



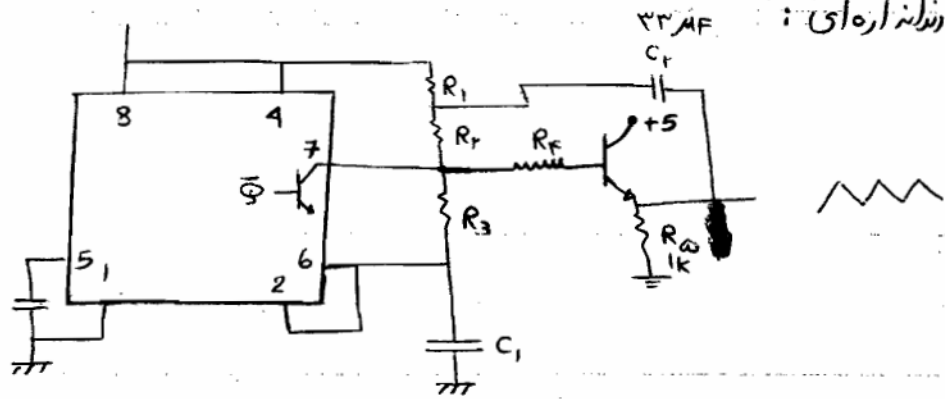
اشیت ترنجر:



یک راه تغییر حلقه هیستریزس یا به کنترل ولتاژ است.
" دیگر تقسیم ولتاژ است بصورت



مولد موج دندانه‌اره‌ای :



معادلات R_3 برای گذراندن سیگنال در خروجی (شارژ است).

$$R_1 = R_2$$

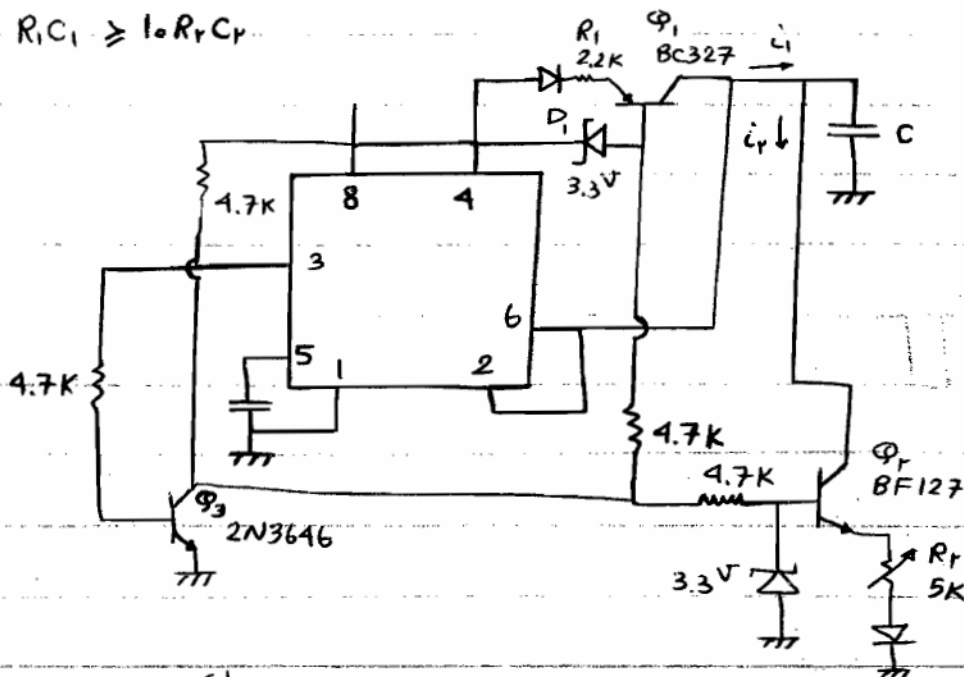
$$R_2 \geq 10 R_5$$

$$R_3 C_1 \geq 5 \mu\text{sec}$$

$$R_1 C_1 \geq 10 R_2 C_2$$

بازن سیر

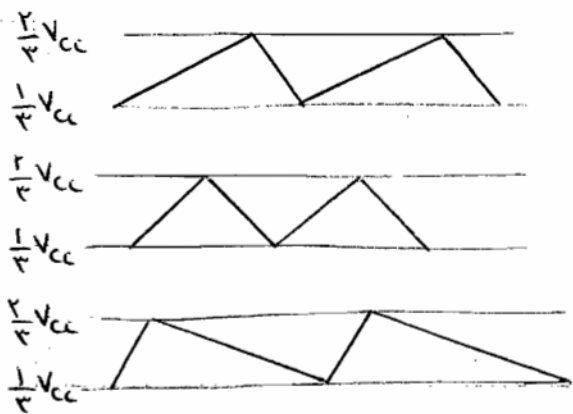
$$PRF = \frac{1}{(0.75(R_1 + R_2) + 0.69 R_3) C_1}$$



مولد موج مثلثی :

وقتی خروجی H است Φ_3 روشن و Φ_1 روشن و Φ_2 قطع است و فاز 1 با Φ_1 ثابت می‌ماند و Φ_3 برای شارژ C و در این D_1 در حالت شکست قرار می‌گیرد. توان می‌رسد به عنوان منبع جریان ثابت Φ_2 برای شارژ C و در این D_1 در حالت شکست قرار می‌گیرد. وقتی ولتاژ خازن C به V_{cc} برسد خروجی L می‌گردد، Φ_3 قطع و Φ_2 به عنوان منبع Φ_2 برای شارژ خازن C وارد عمل می‌شود تا از V_{cc} به $\frac{1}{3} V_{cc}$ برسد و مجدداً خروجی H می‌گردد.

قطع است



$$R_r < R_i$$

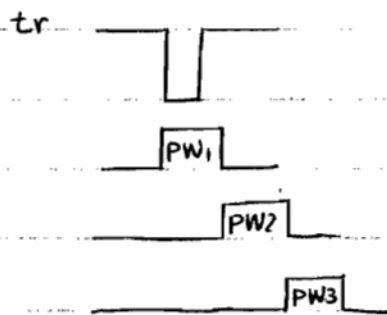
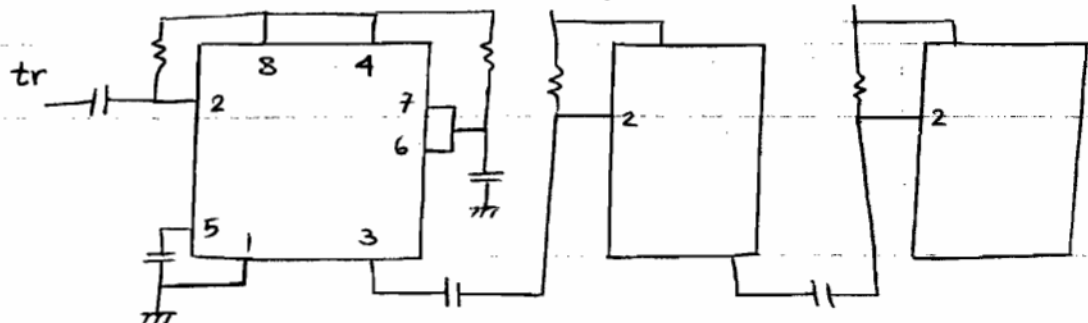
$$R_i = R_r$$

$$R_r > R_i$$

$$PRF \approx \frac{75}{C}$$

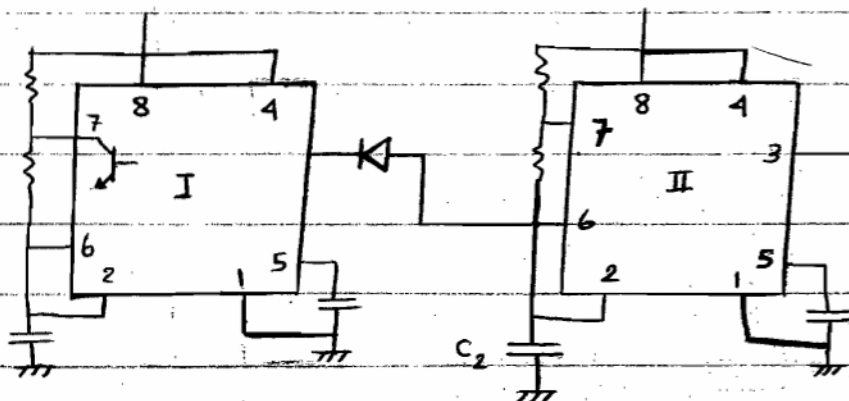
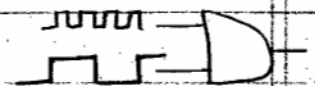
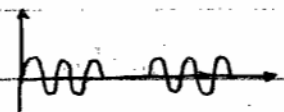
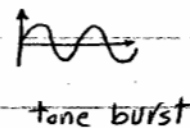
با مقدار سولودر مدار

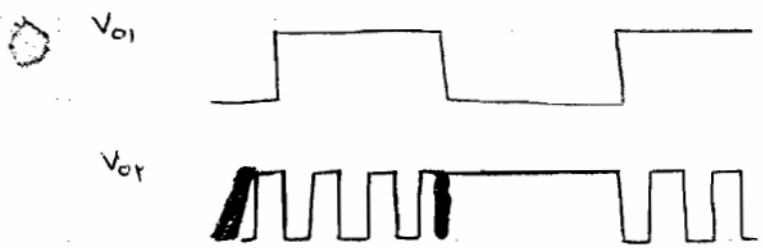
sequential timer: (تایمر ترتیبی)



pulsed tone osc.

یک موج سینوسی را tone می گویند (تداوم)

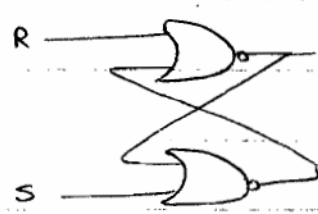
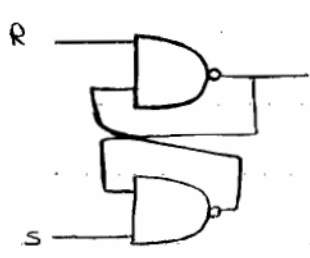




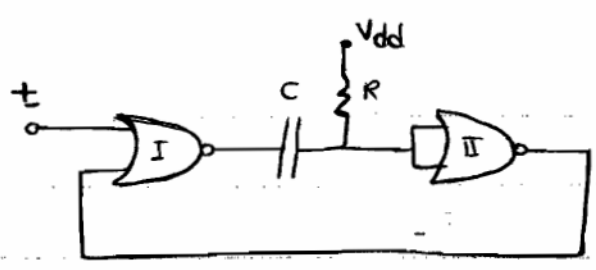
وقتی خروجی I کم است دیود D هدایت کرده و خازن C_F در وضعیت شارژ باقی می ماند. وقتی خروجی I، H می گردد دیود قطع می گردد و ما می توانیم نویسان عاری خود را خوانده باشیم.

CMOS

مولتی وایبراتور با گیتها منطقی:

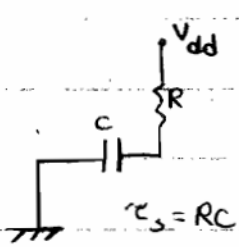


: Bistable



: monostable

$\tau > t_{d1} + t_{dr}$ شرط پایداری



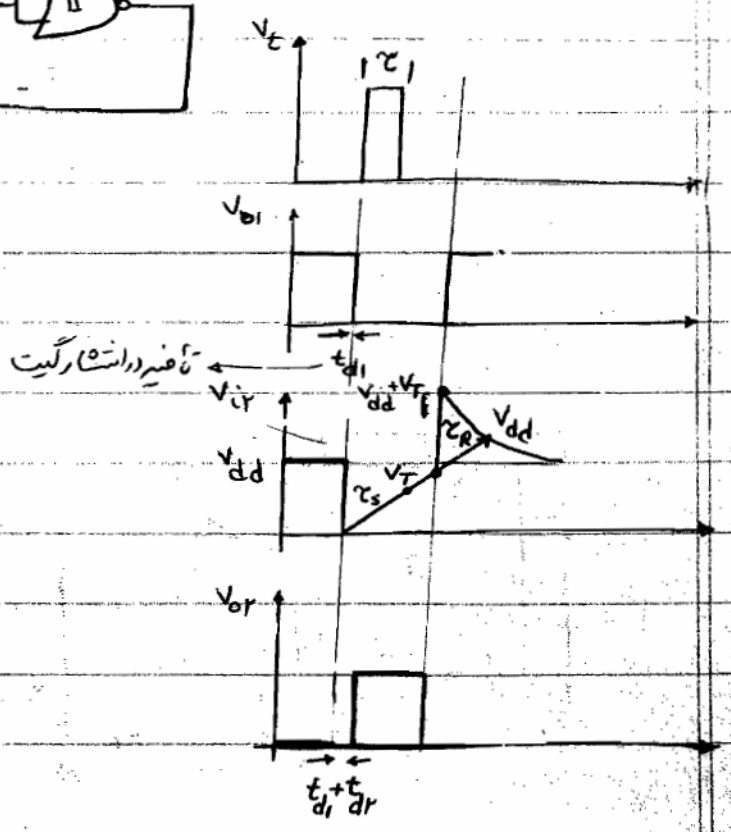
$\tau_s = RC$



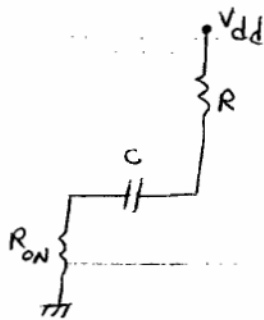
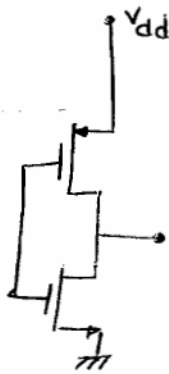
$\tau_f = RC$

$$T = \tau \ln \frac{V_{dd}}{V_{dd} - V_T}$$

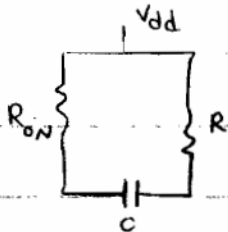
 if $V_T = \frac{V_{dd}}{2} \rightarrow T = \tau \ln 2$



الکترونیک دیجیتال - فصل ۱۰

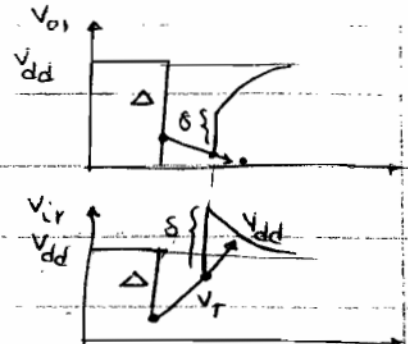


$$\Delta V_{out} = V_{dd} \frac{R}{R_{on} + R}$$

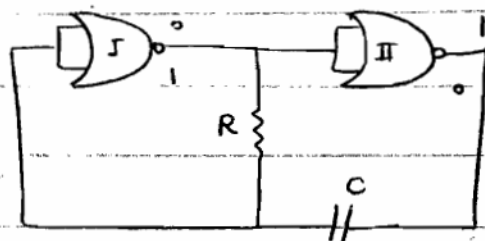
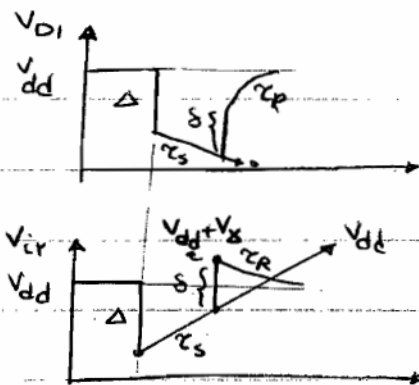
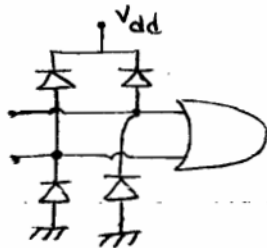


$$\tau = (R + R_{on})C$$

$$T = \tau \ln \frac{\Delta}{V_{dd} - V_T}$$



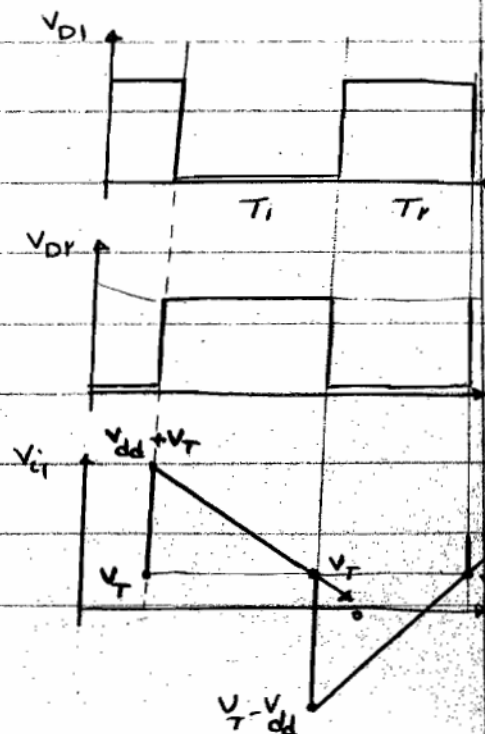
لیستهای CMOS دارای مدار حفاظت در ورودی هستند.

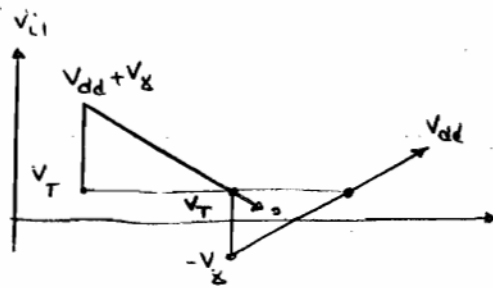


$$\tau = RC$$

$$T_1 = RC \ln \frac{V_{dd} + V_T}{V_T}$$

$$T_2 = RC \ln \frac{2V_{dd} - V_T}{V_{dd} - V_T}$$



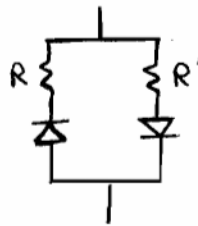


باربر حافظ ←

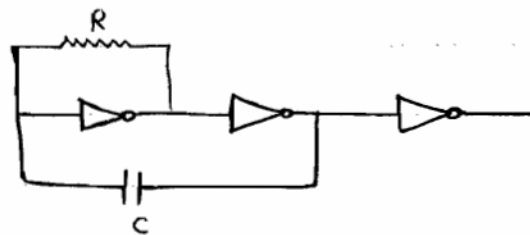
$$T_1 = RC \ln \frac{V_{dd}}{V_T}$$

$$T_2 = RC \ln \frac{V_{dd}}{V_{dd} - V_T}$$

if $V_T = \frac{V_{dd}}{2} \rightarrow T_1 = T_2 = RC \ln 2$



اگر به جای مقاومت R، مدار ریزه را قرار دهیم
مدار انعطاف پذیری خواهد شد

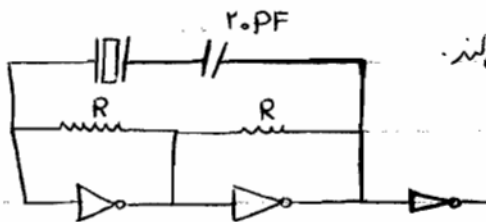


TTL
: Astable

$$P_o \approx \frac{1}{3RC}$$

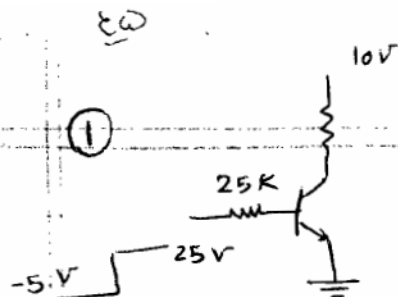
TTL با PRF

این رابطه تقریبی است و در اثر حرارت هم تغییر می‌کند.



در صورت کار نکردن

باید تغییر خاصی در فاز ۱۰ PF را در



$$C_{Te} = \frac{14}{(V_{EB} + 0.3)^{1/2}} \text{ PF}$$

$$C_{Tc} = \frac{20}{(V_C + 0.3)^{1/2}} \text{ PF}$$

a)

$$dq = c dv \quad Q = \int_0^5 C_{Te} dV_E + \int_{0.10}^{0.15} C_{Tc} dV_C = 77 \text{ pC}$$

b)

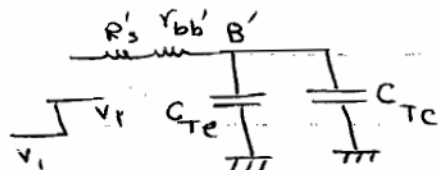
$$25 \text{ --- } 25K \text{ --- } \begin{cases} -5 \\ 0 \end{cases} \rightarrow V_{av} = \frac{30+25}{2} = 27.5 \text{ V} \quad I_{av} = \frac{27.5}{R_B} = 1.1 \text{ mA}$$

$$t_{d1} = \frac{Q_B}{I_{av}} = \frac{77 \text{ pC}}{1.1 \text{ mA}} = 70 \text{ ns} \quad t_{dr} = \frac{1}{r} \tau_c = \frac{1}{3} \tau_c \quad t_d = t_{d1} + \frac{1}{r} \tau_c$$

$$C_{T_{\text{max}}} = \frac{14 \text{ pC}}{\sqrt{0.3}} = 25.4 \text{ PF}$$

$$C_{Tc} = \frac{20 \text{ PF}}{\sqrt{10+0.3}} = 6.2 \text{ PF}$$

$$C_{\text{total}} = C_{Te} + C_{Tc} = 31.6 \text{ PF}$$



$$t_{d1} = R_s' (C_{Te} + C_{Tc}) \ln \frac{V_i - V_f}{V_i - V_g} = 144 \text{ nSec}$$

② $C_{Tc} = 10 \text{ PF}$

$$I_{cs} = \frac{10 \text{ V}}{1K} = 10 \text{ mA}$$

$$I_{B1} = \frac{10 \text{ V}}{10K} = 1 \text{ mA}$$

$$h_{FE} = 30$$

$$F_T = 8$$

$$F_T = \frac{\omega_T}{\pi}$$

$$\omega_T = \frac{1}{\tau_c}$$

$$\tau_c$$

$$I_c = h_{FE} I_{B1} (1 - e^{-t/\tau_r}) \rightarrow t = 0.7 \mu\text{s} : I_c = I_{cs}$$

$$\tau_r = 0.45 \mu\text{s}$$

$$\tau_s = \tau_{ta} = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_T} + C_c R_c \right) \rightarrow 0.45 = 30 \left(\frac{1}{\omega_T} + 10 \text{ PF} \times 1K \right)$$

$$\rightarrow \boxed{\omega_T = 200 \text{ MHz}} \quad F_T = \frac{\omega_T}{\pi} = 31.8 \text{ MHz}$$

3) $f_T = 50 \text{ MHz}$

a) $1 \mu\text{sec}$

b) 100 nsec

c) 10 nsec

دک;

اشباع

$$I_{C\text{sat}} = \frac{12 - 0}{0.5} = 24 \text{ mA}$$

$h_{FE} = 10$

$C_C = 3 \text{ pF}$

$V_{CC} = 12 \text{ V}$

$R_C = 500 \Omega$

$$I_B = \frac{I_{C\text{sat}} / h_{FE}}{1 - e^{-t/\tau_c}}$$

$$\tau_r = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_T} + C_C R_C \right) = 40 \left(\frac{1}{\omega_T} + C_C R_C \right) = 0.188 \mu\text{s}$$

a) $\rightarrow I_{B1} = 24 \text{ mA} / (40 (1 - e^{-1/0.188})) = 0.6 \text{ mA}$

b) $\rightarrow I_{B1} = 1.46 \text{ mA}$

c) $\rightarrow I_{B1} = 11.5 \text{ mA}$

ع) $t_{d1} = R'_S (C_{Te} + C_{Tc}) \ln \frac{V_i - V_r}{V_i - V_x}$

$V_i = -4 \text{ V} + 10 \text{ V} = 6 \text{ V}$

$V_r = -4 \text{ V}$

$V_x = 0.5$

لب، صل، قطع، اول التیو

a) $t_{d1} = 2 (9 + 6) \ln \frac{9 - (-4)}{9 - 0.5} = 0.018 \mu\text{s}$

$t_{dr} = \frac{\tau_t}{3} = \frac{1}{300 \text{ MHz}} \leftarrow \tau_t = \frac{1}{\omega_T}$

b)

$t_{d3} =$

$I_{B1} = \frac{6 - 0.7}{2 \text{ K}} = 2.65 \text{ mA}$

$I_{CS} = \frac{5 - 0.3}{250 \Omega} = 18.8 \text{ mA}$

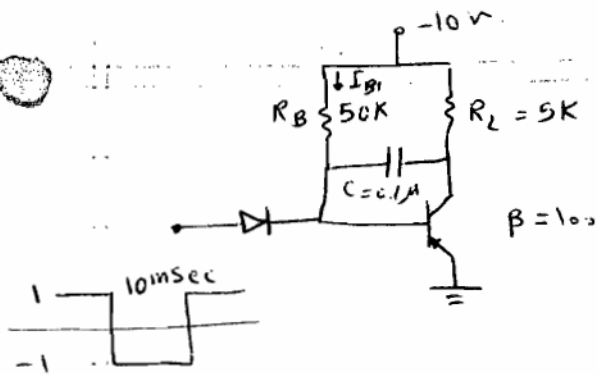
$N_1 = \frac{h_{FE} I_{B1}}{I_{CS}} = \frac{40 \times 2.65}{18.8} = 8.45$

$\tau_r = h_{FE} \left(\frac{1}{\omega_T} + C_C R_C \right) = 0.6069 \mu\text{s}$ $t_{0.1} = t_{d3} = \tau_r \ln \frac{1}{1 - \frac{0.1}{N_1}} = 8.3 \text{ nsec}$

c) $N_1 > 5$ $t_r = \frac{0.8}{N_1} \tau_r = 65 \text{ nsec}$

d) چون $N \gg 1$ زمان لازم برای آفرین قسمت صدور تقریباً $\frac{1}{8}$ زمان صدور است پس

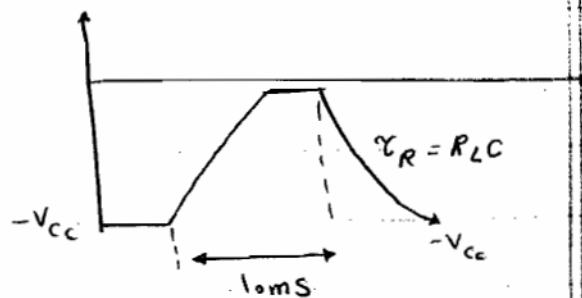
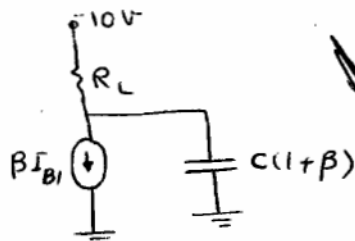
$t_{d4} = \frac{1}{8} t_r = 8.1 \text{ nsec}$



$$V_i = 1V \quad D: \text{on} \quad V_B = +0.3V \quad T: \text{OFF}$$

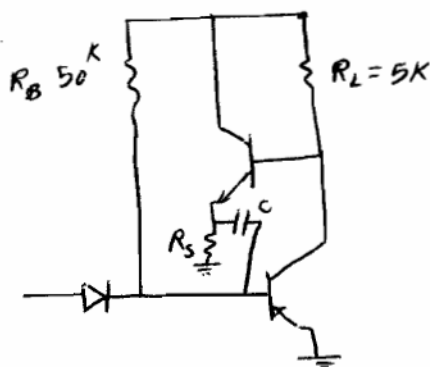
$$V_i = -1V \quad D: \text{OFF} \quad V_B = -0.7V \quad T: \text{ON}$$

$$V_D = 0.3V$$



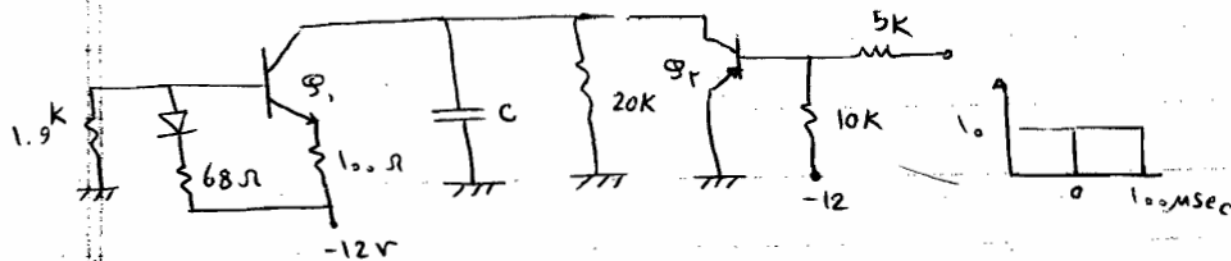
$$I_{B1} = \frac{-10 + 0.7}{50K} = -0.186 \text{ mA}$$

$$T_s = \tau_s \frac{V_s}{V_{ss} - V_i} = R_L C(1+\beta) \frac{-10 + 0.2}{\beta I_{B1} R_L} = 50 \times 0.1 \times (10) \frac{-9.8}{-100 \times 0.186 \times 5} = 5.33 \text{ ms}$$



$$\tau_R = R_o C$$

$$R_o = \frac{R_L + h_{ie}}{h_{fe}} \parallel R_s$$



$$t = 0 : V_{B1} = \frac{1.9K}{1.9K + 0.068K} (-12) + 0.7 = 0.7 + 0.1I - 12$$

$$I = \frac{.120 \times 0.068}{1.9K + 0.068K} = 4 \text{ mA}$$

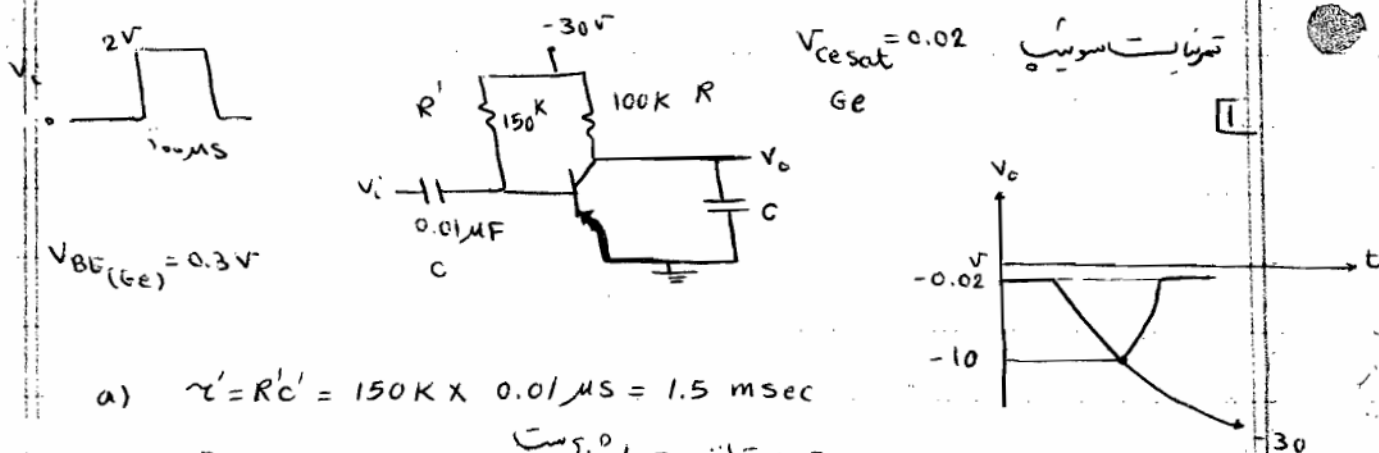
e) $I_{B2} = \frac{-(4+0.7)}{2K\Omega} = -2.35 \text{ mA}$ $I_{BA} = \frac{I_{csat}}{\beta} = \frac{1A}{60} = 0.313 \text{ mA}$

تایس لب ول اساع

$$t_{s1} = \tau_s \ln \frac{I_{B1} - I_{Br}}{I_{BA} - I_{Br}} = 12.6 \text{ nsec}$$

f) $N_r = \frac{-h_{FE} I_{Br}}{I_{cs}} = 7.5$ $t_{sr} = t_{0.9} = \tau_r \ln \frac{1 + \frac{1}{N_r}}{1 + \frac{0.9}{N_r}} = 6 \text{ nsec}$

$$N_r > 5 \rightarrow t_p = \frac{0.8 \tau_r}{N_r} = 73 \text{ nsec}$$



a) $\tau' = R'C' = 150K \times 0.01\mu s = 1.5 \text{ msec}$

$V_{B \text{ initial}} = -0.3 \text{ V}$ (در $t=0$ ترانزیستور اساع است)

$$I_B = \frac{-30 + 0.3}{150K\Omega} = -0.198 \text{ mA}$$

$$V_B = -30 \text{ V} + 31.7 e^{-t/\tau'}$$

وقتی که $V_B = -0.1 \text{ V}$ ، اساع ترانزیستور شروع به هدایت میکند. پس:

$$-0.1 \text{ V} = -30 + 31.7 e^{-t/\tau'} \rightarrow T = 89 \mu\text{sec}$$

زمان سوئیچ

b) $V_o = -30 + [-0.02 + 30] e^{-t/\tau}$

$$V_o = -30 + 29.98 e^{-t/\tau} \quad \tau = RC = 100K\Omega \times C \rightarrow C = 2070 \text{ pF} \approx 2 \text{ nF}$$

$$t = T = 89 \mu\text{s} \rightarrow V_o = -10 \text{ V}$$

c) $T_R = R_L C \frac{V_P - V_i}{V_{ss} - V_i}$

$$200 \mu\text{s} \frac{-0.02 + 10}{-30 + 100 \times 0.198 \times 100 + 10} \approx 1 \mu\text{sec} \quad \beta = 100$$

when $V_i = 0$: $V_{Br} = \frac{-12 \times 5}{10 + 5} = -4V$ $R_B = 5 \parallel 10 = \frac{10}{3} K$

$I_{Br} = \frac{-4 + 0.7}{\frac{10}{3} K} \approx -1mA \rightarrow I_{C2} = \beta I_{Br} = 50mA$

$t=0 \rightarrow V_c = V_{cesat} = -0.2V$

when $V_i = 10$: $V_{Br} = -12V + \frac{10 - (-12) \times 10^3}{15K} = 2V$ Q_1 : OFF

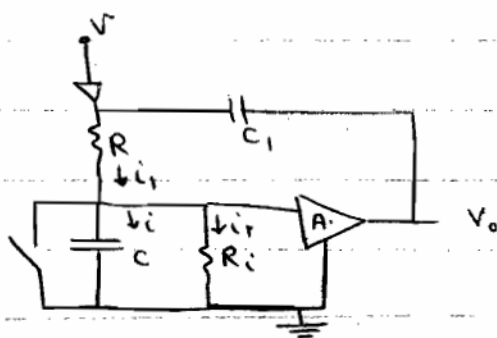
$V_{SS} = 20K \times 4mA = 80V$

$V_i = V_{cesat} = -0.2V$

$V_R = -10V$

$T_S = RC \ln \frac{80 - 0.2}{80 - 10} = 100\mu s \Rightarrow 20 \times 10^3 \times C \times \ln \dots = 100\mu s$

$\rightarrow C \approx 40\mu F$



$i_c = i_r - i_r$

$\sim K \rightarrow V_{c1} = V$

$\sim K \rightarrow i_r = \frac{AV_c + V - V_c}{R}$

$i_r = \frac{V_c}{R_i}$

$i_c = C \frac{dV_c}{dt} \rightarrow \frac{V_c(A-1)}{R} - \frac{V_c}{R_i} = 0$

$A = 1 + \frac{R}{R_i}$

