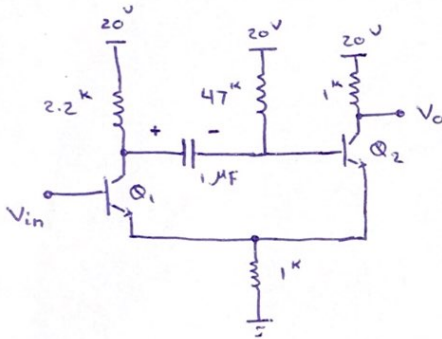
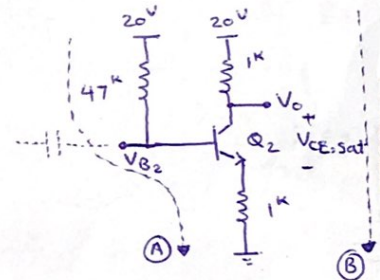


تمرین 5 تکلیف یالس - مولتی ویرانه طای تک یایا

7-8) شکل زیر یک مدار تک یایا را نشان می دهد. می خواهیم در حالت یایدار Q_1 خاموش و Q_2 اشباع و در حالت یایدار Q_1 فعال و Q_2 قطع باشد. محدود ولتاژ ورودی را بقیس لینده.



in stable mode $\begin{cases} Q_1: \text{off} \\ Q_2: \text{on (sat)} \end{cases} \Rightarrow C: \text{open circuit} \Rightarrow$



$$\text{KVL @ A: } -20 + 47^k I_{B2} + 0.7 + 1^k I_{E2} = 0 \quad (\text{I})$$

$$\text{KVL @ B: } -20 + 1^k I_{C2} + 0.2 + 1^k I_{E2} = 0 \quad (\text{II})$$

$$I_{C2} + I_{B2} = I_{E2} \quad (\text{III})$$

$$\xrightarrow{\text{III) in (I), (II)}} \begin{cases} 47^k I_{B2} + 1^k (I_{C2} + I_{B2}) = 19.3 \\ 1^k I_{C2} + 1^k (I_{C2} + I_{B2}) = 19.8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 48^k I_{B2} + 1^k I_{C2} = 19.3 \\ 1^k I_{B2} + 2^k I_{C2} = 19.8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_{B2} = 0.197 \text{ mA} \approx 0.2 \text{ mA}, \quad I_{C2} = 9.80 \text{ mA} \xrightarrow{\text{III)}} I_{E2} = 9.80 + 0.2 = 10 \text{ mA}$$

ولتاژ بیت پب خانن

$$\Rightarrow V_E = 1^k I_E = 1^k (10 \text{ mA}) = 10 \text{ V}$$

$$V_C^+ = V_{CC} = 20 \text{ V}$$

$$\text{ولتاژ بیت رات خانن } V_C^- = V_E + 0.7 = 10.7 \text{ V}$$

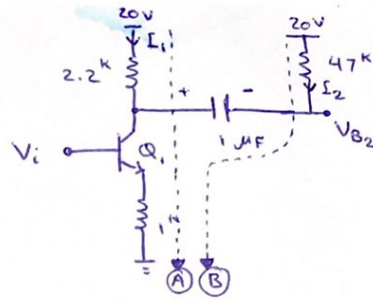
برای اینکه Q_1 خاموش بماند باید داشته باشیم $V_i < V_E + V_{BE, \text{on}} : V_i < 10.7 \text{ V}$

$$\Downarrow$$

$$V_C = V_C^+ - V_C^- = 20 - 10.7 = 9.3 \text{ V}$$

\Downarrow
ولتاژ خانن قبل از تغییر حالت

in unstable mode : $\begin{cases} Q_1: \text{on (active)} \\ Q_2: \text{off} \end{cases} \Rightarrow$



چون ولتاژ خازن بیش ندارد، ولتاژ آن بلافاصله بعد از تغییر حالت هم همان 9.3V می ماند.

برای Q_2 در حالت قطع :
 $\begin{cases} V_{CE2} = 0.2 \\ I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} \end{cases} \Rightarrow$

KVL @ A : $-20 + 2.2^k I_1 + 0.2 + 1^k I_E = 0 \quad (I)$

KVL @ B : $-20 + 47^k I_2 - 9.3^V + 0.2 + 1^k I_E = 0 \quad (II)$

$I_E = I_C = I_1 + I_2 \quad (III)$

(III) in (I), (II) $\Rightarrow \begin{cases} I_1 = 6.06 \text{ mA} \\ I_2 = 0.48 \text{ mA} \\ I_E = 6.54 \text{ mA} \end{cases}$

$\Rightarrow V_E = 1^k I_E = 6.54^V \Rightarrow V_i > V_E + 0.7$
 $V_i > 6.54 + 0.7 = 7.24$

$\Rightarrow 7.24^V < V_i < 10.7^V$

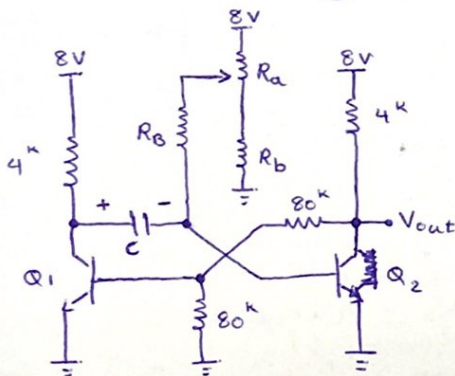
برای تعیین از اینکه Q_2 خاموش است می توان نوشت : $20 - V_{B2} = 47^k I_2 \Rightarrow V_{B2} = 20 - 47^k (0.48 \text{ mA}) = -2.56^V$

برای اینکه Q_2 روشن باشد باید : $V_{BE2} > 0.7 \Rightarrow V_B - V_E > 0.7$

$-2.56 - 6.54 \not> 0.7$

پس Q_2 خاموش است $= -9.1$

10-8 مدار مثل زیر را طوری طراحی کنید که بتوان با استفاده از یک تایمر 555 و یک ترانزیستور 2N2222 یک پالس مربعی با عرض 40% و دامنه 20% تا 40% تنظیم کرد.



(I) in stable mode : $\begin{cases} Q_2: \text{on (sat)} \\ Q_1: \text{off} \end{cases} \quad C: \text{open circuit}$

$I_{C2} = \frac{V_{CC} - 0.2}{4^k} = \frac{8 - 0.2}{4^k} = 1.95 \text{ mA}$

$\beta = 100 \Rightarrow I_{B2} > \frac{I_{C2}}{\beta} \Rightarrow I_{B2} > \frac{1.95}{100} = 19.5 \mu A$

$V_C^+ = V_{CC} = 8^V, V_C^- = 0.7 \Rightarrow V_C = V_C^+ - V_C^- = 7.3^V$

(II) in unstable mode : $\begin{cases} Q_1 : \text{ON (sat)} \rightarrow V_{CE1} = 0.2 \\ Q_2 : \text{off} \end{cases}$

در حالت پایدار

$$\begin{array}{c} + \\ | \\ 8V \\ | \\ - \\ 0.7 \end{array}$$

\Rightarrow

در حالت ناپایدار

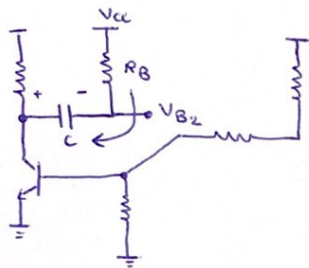
$$\begin{array}{c} + \\ | \\ 0.2 \\ | \\ - \\ -7.1V \end{array}$$

$$\Delta V^+ = 8 - 0.2 = 7.8$$

\Rightarrow پس نسبت رست خازن هم باید به همین اندازه تغییر کند

$$V_C^- = 0.7 - \Delta V^+$$

$$V_C^- = 0.7 - 7.8 = -7.1V$$



نرخ خود پتانسیومتر در بالاترین حد خود قرار دارد

خازن توسط مقاومت R_B شارژی شود

مقدار سنجایی شارژ

$$\begin{array}{c} 0.2V \\ | \\ 8V \end{array}$$

$$\Rightarrow V_C = V_{B2} = 8 - 0.2 = 7.8$$

مقدار ریسنجایی خازن و ولتاژ V_{B2}

اما V_{B2} زمانی که به $0.7V$ برسد، Q_2 روشن و Q_1 خاموش می شود

$$V_{B2} = V_B(t=\infty) + [V_B(t=0^+) - V_B(t=\infty)] e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$V_{B2} = 7.8V + [-7.1V - 7.8V] e^{-\frac{t}{\tau_1}} \quad ; \quad \tau_1 = R_B C$$

\Downarrow

ولتاژ بین Q_2 را

برابر با $0.7V$ قرار

می دهیم. (زمانی

که عرض پالس

مثلاً 20 است و مدار

تغییر حالت می دهد)

به دلیل علامت منفی $(-t)$

$$0.7 = 7.8 - 14.9 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$\Rightarrow t \leq 20 \mu s$$

عرض پالس $20 \mu s$ را شامل می شود

$$\Rightarrow \ln(0.7) = \ln(7.8 - 14.9 e^{-\frac{t}{\tau_1}}) \Rightarrow t = 0.7413 \tau_1$$

$$\Rightarrow t \leq 20 \mu s \Rightarrow 0.7413 \tau_1 \leq 20 \mu s \Rightarrow \tau_1 \leq 27 \mu s \quad (I)$$

برای تنظیم عرض پالس به $40 \mu s$ باید R_B و R_E را پتانسیومتر بین آنها قرار نرفت $t \geq 40$ بدست آید

$$V_{B2} = V_B(t=\infty) + [V_B(t^+) - V_B(t=\infty)] e^{-\frac{t}{\tau_2}} = 7.8 + [-7.1 - 7.8] e^{-\frac{t}{\tau_2}}$$

$$\tau_2 = C [R_B + (R_A || R_B)]$$

\Rightarrow ولتاژ بین Q_2 باید از $-7.1V$ به V_{CE} برسد اما زمانی که به $0.7V$ می رسد چهار پالس حاصل شده و مدار تغییر حالت می دهد.

$$V_{B2} = 0.7$$

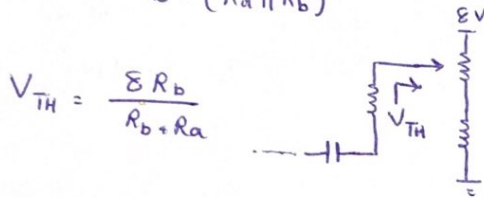
$$\Rightarrow 0.7 = 7.8 - 14.9 e^{-\frac{t}{\tau_2}} \xrightarrow{\ln(\cdot)} t = 0.7413 \tau_2 \xrightarrow{t \geq 40 \mu s}$$

$$0.7413 \tau_2 \geq 40 \mu s \Rightarrow \tau_2 \geq 54 \mu s \quad (II)$$

از طرفی، جریان پس I_{B2} در حالت پایدار مدار $(Q_1: \text{off}, Q_2: \text{on})$ باید طوری باشد که Q_2 به اشباع برود

$$I_{B2} > \frac{I_{C2}}{\beta} \Rightarrow I_{B2} > \frac{I_{C2}}{\beta}$$
 پس اگر فرض شود که ترانزیستور Q_2 در $t = 40 \mu s$ به اشباع می‌رود،
 با اطمینان می‌توان گفت که ترانزیستور Q_2 حتماً در $t = 20 \mu s$ به اشباع می‌رود. به دلیل اینکه مجموع مقاومت
 پتانسیومتر حاصل شده و جریان زیادی شود و زیاد شدن جریان به اشباع شدن ترانزیستور کمک می‌کند
 (برقراری شرط $(I_B > \frac{I_C}{\beta})$)

$$I_{B2} = \frac{V_{TH} - V_{BE, \text{on}}}{R_B + (R_a \parallel R_b)} \geq 20 \mu s$$



$$V_{TH} = \frac{8R_b}{R_b + R_a}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{8R_b}{R_b + R_a} - V_{BE, \text{on}}}{R_B + (R_a \parallel R_b)} \geq 20 \quad \begin{matrix} \text{برای راحتی محاسبات فرض} \\ \text{می‌شود } V_{BE, \text{on}} = 0 \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \frac{8R_b}{R_B(R_a + R_b) + R_a R_b} \geq 20 \mu s \quad (III)$$

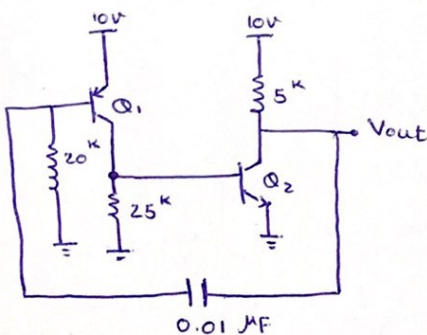
$$\left\{ \begin{array}{l} \tau_1 \leq 27 \mu s \Rightarrow R_B C \leq 27 \mu s \xrightarrow{*} R_B \leq 10.8^k \xrightarrow{\text{انتخاب}} R_B = 10^k \\ \tau_2 \geq 54 \mu s \Rightarrow (R_B + R_a \parallel R_b) C \geq 54 \mu s \xrightarrow{*} R_a = R_b = 30^k \\ \frac{8R_b}{R_B(R_a + R_b) + R_a R_b} \geq 20 \mu s \end{array} \right.$$

انتخاب می‌کنیم: $C = 2500 \text{ pF} *$

8-12 مدار تک پایله شکل زیر را در نظر بگیرید. (a) ولتاژ نقاط مختلف مدار را در حالت پایدار بیابید.

(b) بزرگترین مدار به حالت ثبات پایدار باید ترانزیستور Q_1 را به ناحیه قطع ببریم. مدار معادل در حالت ثبات پایدار را رسم کنید و تقسیمات ولتاژ کرده‌ها را دارای ولتاژ متغیر را رسم کنید.

(c) عرض پالس خروجی را بیابید.



پایه

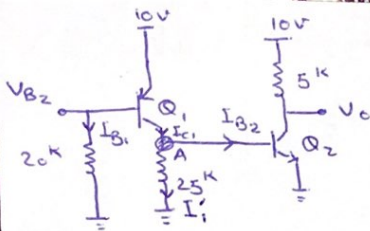
در حالت

$Q_1: \text{on} \rightarrow \text{active}$

$Q_2: \text{on}^{(\text{sat})} \rightarrow$

$C: \text{open circuit}$

یعنی جریان I_{C1} ، I_{C2} را روشن شد
 می‌دارد



Q1: active

Q2: Sat

$$a) V_{B1} = V_{CC} - V_{BE, on} = 10 - 0.7 = 9.3V$$

$$V_{E1} = V_{CC} = 10V$$

$$V_{C1} = V_{B2} = 0.7V$$

$$V_{E2} = 0V, V_{C2} = 0.2V$$

in Q1: $\begin{cases} V_{E1} = 10V \\ V_{C1} = 0.7V \end{cases} \Rightarrow V_{EC} = 10 - 0.7 = 9.3 \Rightarrow$ فرض فعال بودن Q1 درست است

پس فرض کنیم Q2 در حالت فعال است: $I_{B2} > \frac{I_{C2}}{\beta}$ $\xrightarrow{I_{C2} \approx I_{B2}}$ $I_{B1} = \frac{9.3V}{20k} = 0.465mA = 465\mu A$ $\xrightarrow{I_C \approx I_E}$

$$I_{C1} = \beta I_{B1} \stackrel{\beta=100}{=} 100(0.465) = 46.5mA$$

KCL @ A: $-I_{C1} + I_{B2} + I_1' = 0 \Rightarrow I_{B2} = I_{C1} - I_1' \xrightarrow{*} I_{B2} = 46.47mA$

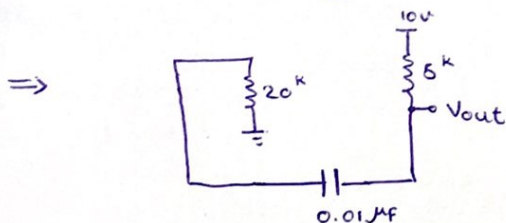
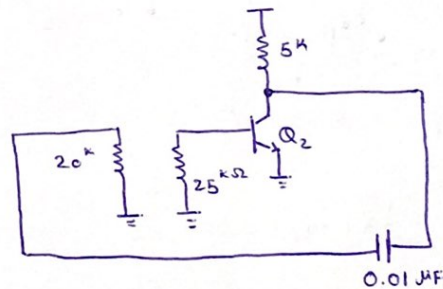
$$I_1' = \frac{0.7}{25k} = 0.028mA = 28\mu A$$

$$I_{C2} = \frac{10 - 0.2}{5k} = 1.96mA \Rightarrow I_{B2} > \frac{I_{C2}}{\beta} : 46.47 > \frac{1.96mA}{100} = 0.0196mA$$

پس فرض کنیم Q2 در حالت فعال است.

b) Q1: off \rightarrow unstable mode

Q2 هم قطع است \Rightarrow چون در حالت پایدار تمام جریان جهت شارژ خازن معکوس شود



$$9.3 \quad 0.2$$

در حالت پایدار ولت پتانسیل است 0.2V بوده است

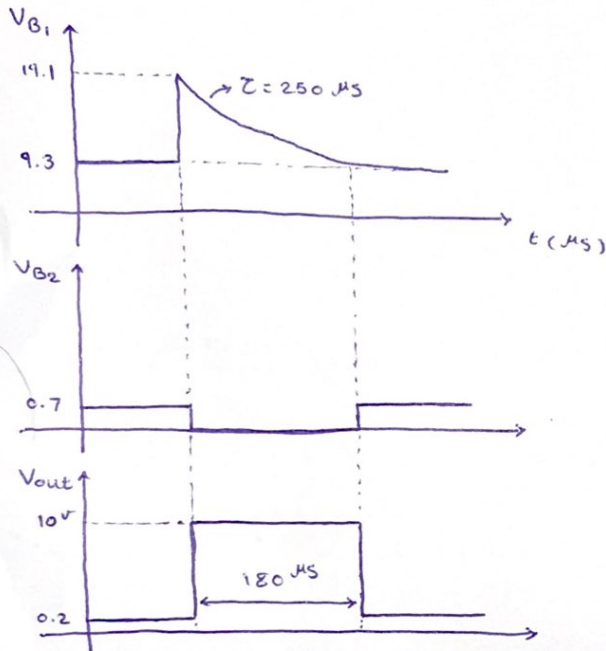
در حالت پایدار ولت پتانسیل است V_{C2} تقریباً برابر با V_{CC} می شود (پیش به اندازه 9.8V) \Rightarrow پس است پ پ خازن هم به همین مقدار باید تغییر کند.

پس ولتاژ سمت پ پ خازن شروع به کاهش می کند تا به 0V برسد اما زمانی که به 9.3V برسد، ترانزیستور Q1

روش اول: پس در نتیجه Q_2 هم روشن شود

$$V_{B2} = V_{B(\infty)} + [V_{B(0^+)} - V_{B(\infty)}] e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 + [19.1 - 0] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\Rightarrow V_{B2} = 19.1 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad , \quad \tau = (20k + 5k) \times 0.01 \mu F = 250 \mu s$$



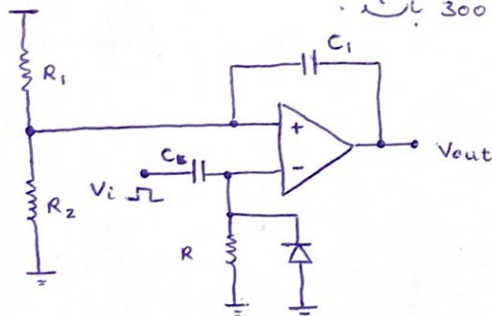
عرض پالس خروجی؟

$$V_{B2} = 19.1 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$9.3 = 19.1 e^{-\frac{t}{250 \mu s}} \xrightarrow{\ln(\cdot)}$$

$$t = -250 \mu s \ln\left(\frac{9.3}{19.1}\right) = 180 \mu s$$

8-16) با استفاده از آپ امپ 741 و منابع تغذیه $V_{CC} = \pm 9V$ یک یک پایا بسازید. مدار باید با پالس های ورودی بارامنه $0.5V$ قریب شود و عرض پالس خروجی آن 300 μs باشد.



چون دامنه پالس های ورودی $0.5V$ است، باید مقدار $R_2 > R_1$ را طوری انتخاب کرد که $V_{in}^+ = 0.4V$ شود. همچنین جریان عبوری از مقاومت ها را بسیار بزرگتر از جریان ورودی آپ امپ در نظر می گیریم.

طبق ریتایت : $I_{B(max)} = 500 nA \Rightarrow I_{R2} \gg I_B \Rightarrow I_{R2} = 100 I_{B(max)} = 100 \times 500 nA = 50 \mu A$

بنابراین : $R_2 = \frac{V_{R2}}{I_{R2}} = \frac{0.4V}{50 \mu A} = 8 k\Omega \xrightarrow{\text{استاندارد}} R_2 = 7.5 k\Omega$ مقاومت کمتر انتخاب می کنیم چون بنایه $V_i^+ > 0.5V$ شود.

$V_i^+ = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} \Rightarrow 0.4 = \frac{7.5k \times 9V}{7.5k + R_1} \Rightarrow R_1 = 161.25 k \xrightarrow{\text{استاندارد}} R_1 = 160 k$

با مقدار دیگر انتخاب شده ولتاژ V_i^+ به صورت رویه روی شود : $V_i^+ = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} = \frac{7.5k \times 9V}{7.5k + 160k} = 0.40V$

* مقدار R_3 را طوری انتخاب می کنیم که بهین بایس ورودی $I_{B,max}$ فستین تأثیر را در مدار داشته باشد و بتوان از آن صرف نظر کرد.

$$R_3 = R_1 \parallel R_2 = 160^k \parallel 7.5^k \approx 7.16^k \xrightarrow{\text{استاندارد}} R_3 = 6.8^k$$

پس از اعمال پالس تغییر به V_{in} و ولتاژ پایه V_i^+ به صورت زیر تغییر می کند.
 ولتاژ اشباع $(V_{cc}-1)$

$$V_i^+ = 0.39 + (V_{out-} - V_{out+}) = 0.39 + (-8 - 8) = -15.61^v$$

$$V_i^+ = V_i^+(\infty) + [V_i^+(0^+) - V_i^+(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = 0.39 + [-15.61 - 0.39] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$= 0.39 - 16 e^{-\frac{t}{\tau}}, \quad \tau = (R_1 \parallel R_2) \cdot C_1 = (160^k \parallel 7.5^k) C_1 = 7160 \cdot C$$

زمانی که V_i^+ به صفر برسد خروجی به اشباع می رود و عرض پالس بدست می آید.

$$\Rightarrow V_i^+ = 0.39 - 16 e^{-\frac{t}{7160 C_1}} = 0 \Rightarrow 0.39 = 16 e^{-\frac{t}{7160 C_1}} \xrightarrow{\ln(\cdot)}$$

$$t = -7160 \ln\left(\frac{0.39}{16}\right) \times C = 300 \mu s \Rightarrow C_1 = 11.2^{\text{nF}} \xrightarrow{\text{استاندارد}} C_1 = 10^{\text{nF}}$$

طبق خط مشی

برای اثر خازن بر ولتاژ انتخاب شود، عرض پالس خروجی بر ولتاژ از $300 \mu s$ می شود

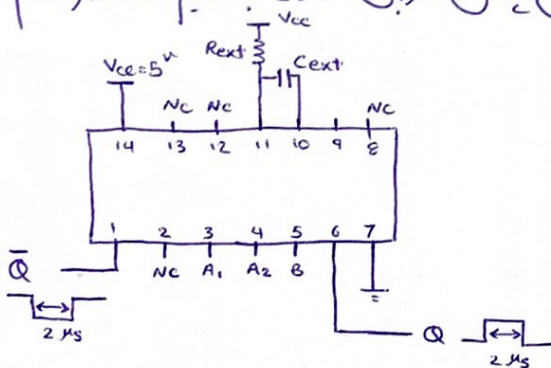
اگر $C_1 = 10^{\text{nF}}$: $PW = -7160 \times 10^{\text{nF}} \times \ln\left(\frac{0.39}{16}\right) \approx 260 \mu s$

اگر $C_1 = 11.2^{\text{nF}}$: $PW = -7160 \times 11.2^{\text{nF}} \times \ln\left(\frac{0.39}{16}\right) \approx 290 \mu s$

اگر $C_1 = 12^{\text{nF}}$: $PW = -7160 \times 12^{\text{nF}} \times \ln\left(\frac{0.39}{16}\right) \approx 310 \mu s$

74121 یک تک پایه با عرض پالس خروجی $2 \mu s$ داریم. عناصر لازم را

(8-8) می خواهیم با آئین محاسبه مدار را رسم کنیم.



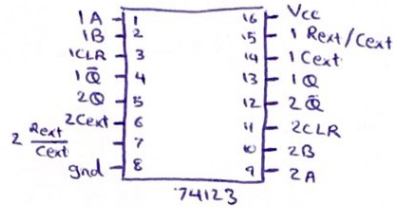
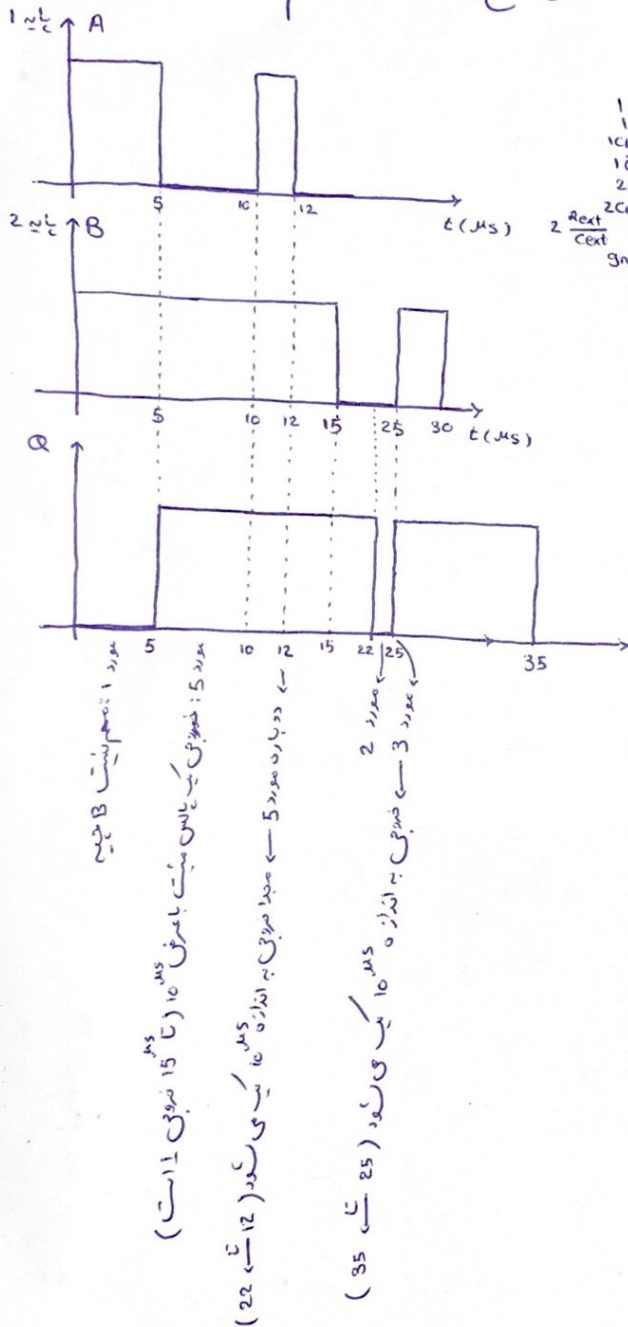
$$0.69 R_{ext} C_{ext} = 2 \mu s \rightarrow R_{ext} C_{ext} = 2.9 \mu s$$

$$\checkmark \text{ یا داور : } PW = 0.69 \cdot C_{ext} R_{ext}$$

$$\text{انتخاب : } C = 1.8 \mu F \rightarrow R_{ext} = \frac{2.9 \mu s}{1.8 \mu F}$$

$$R_{ext} = 1.6^k$$

8-22) یک آیسی 74123 با $C_{ext} = 0.005 \mu F$ و $R_{ext} = 7143 \Omega$ را در ترمینال بلک پیچید. شکل زیر، شکل موج های اعمال شده به پایه های او 2 این آیسی را نشان می دهد. شکل موج پایه 13 را رسم کنید.

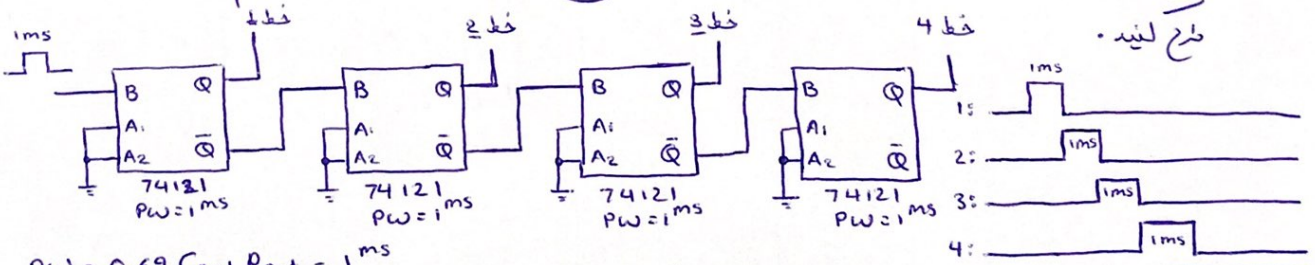


پایه 3	پایه 1	پایه 2	Q	Q̄
CLR	A	B		
0: L	X	X	L	H
1: X	H	X	L	H
2: X	X	L	L	H
3: H	L	↑	↓	↑
4: H	↓	H	↓	↑
5: ↑	L	H	↓	↑

$$PW = 0.28 C_{ext} R_{ext} \left(1 + \frac{6.7}{R_{ext}}\right)$$

$$PW = 0.28 \times 0.005 \times 7143^2 \left(1 + \frac{6.7}{7143}\right) = 10 \mu s$$

8-25) می خواهیم بزرگترین سیم دیفیتال پالس های زمان ایجاد کنیم. در چهار خط باید پالس های به پهنای 1 ms، ایجاد شود به نحوی که در هر زمان ولتاژ در بین این خط ها بالا باشد. مدار لازم را با استفاده از 74121 طرح کنید.



$$PW = 0.69 C_{ext} R_{ext} = 1 ms$$

$$\Rightarrow C_{ext} R_{ext} = 1.45 ms \xrightarrow{\text{انتخاب}} \begin{cases} R_{ext} = 1 k \\ 1.5 \mu F = C \end{cases} \xrightarrow{\text{زمان پالس های واقعی}} PW = 0.69 \times 1.5 \mu F \times 1 k = 1.035 ms$$