

۴۰۰ درگاه های باس و در خیابان

جلسه ۱۰: شناسایی انواع شکل موجودات و اجزای آنها، شکل مربع مساوی و مثلث (RC)

سرفصل مطالعات ارشد ۸

۱- مقدمات، تعاریف، شکل موج‌های مختلف، مدارات متناوب، هارمونیک‌های AC، tilt، انواع امواج

- مدارات RC مرتبه اول در رژیم AC

- پاسخ حالت ماندگار مدارات RC و RL در رژیم AC

- جبران ساری و سریب استیلو پلوس

۱۲. عالمی سوچ لسنده

فترت الترسيد مدارات أمربوط

diode -

Bjt -

۱۳. مولیٰ ویرا تو رہا

- مناسباتی (اساس حلقه) RAM, RS FlipFlop, JK FlipFlop, T FlipFlop
- مرقوات مناسباتی (تاکمر)
- مناسباتی (نوسان ساز مرقعی، اساس کار، VCO)
- المناسباتی (سولم هسسترس کار)

۱۴ طائر (جھک) اب امہ درختک، لالہ

۱۔ حق و ربیب (سید علی)، کارسرا سید علی، در محقق سرزن، انوار المم مولیٰ و سیرا نور جا
۲۔ اسرار الکر جا (مفسرین دیوبند تراز)
۳۔ مولدہ کی مدرعہ فیلش

۱۵۔ اسباب کا فائز و خسارت و حاد و مدہا کی مہتر

- اصول کلمی طر اص فاعلین، خبر و اقوہا، طر اصی لہ غونہ کحل، اس بر اس عبد لہا کی حالتیں ہم سینوشی
- بر اس اس 555 حکا بر دھا کی ای

Subject _____

Date _____

۳. آشنایی با طراحی و کاربردهای استانداردهای CMOS

- بررسی اثرات فیزیکی سیستم، بررسی نسبت استاندارد NOT و محاسبات فیزیکی برای توان کم مصرفی، محاسبه مساحت و محاسبه اصول طراحی انواع لایه‌های استانداردهای CMOS
- کاربردهای استانداردهای CMOS در ساخت انواع ماشین‌های دیجیتال

۴. آشنایی با مدارهای داره

- آشنایی با انواع مدارهای دیجیتال، بررسی اصول طراحی و محاسبه مدارها

در فصل اول

مقدمه و تعاریف

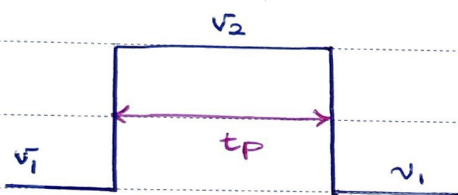
آشنایی با انواع شکل موج ها

الف) پالس ایده آل

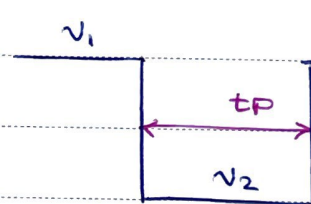


پالس ایده آل در واقع پهنای صاف و ولتاژ ثابت است

پالس ایده آل



پالس ایده آل مثبت



پالس ایده آل منفی

ب) پالس ایده آل

اگر از سطح ولتاژ v_1 به پهنای صاف به سطح ولتاژ v_2 در یک دایره سر یک پالس ایده آل رو به رو چشم من توان پالس برای جریان ولتاژ شارژ باشد

v_1 : ولتاژ منتهی

v_2 : ولتاژ مبدا

t_p = پهنای پالس (طول زمان در سطح ولتاژ معین)

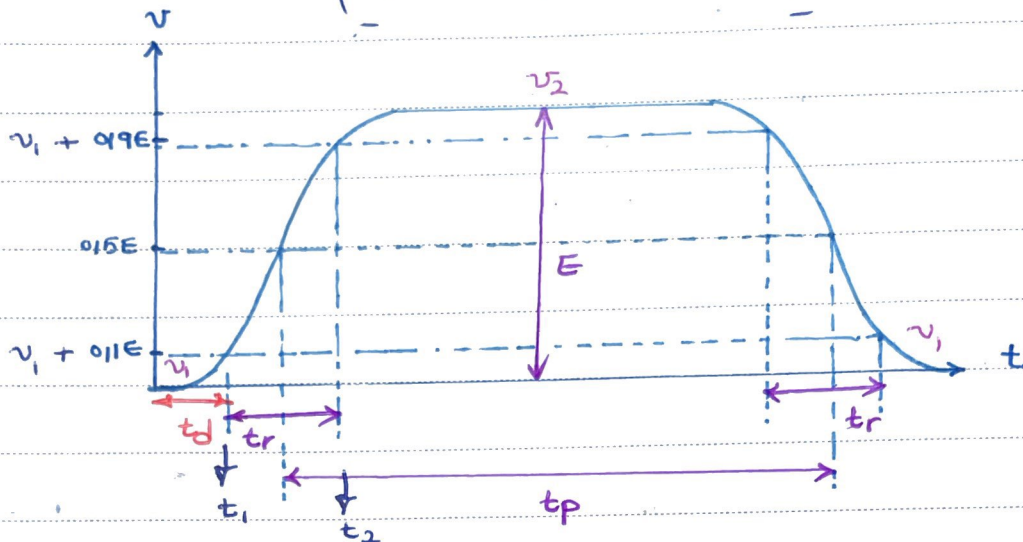
اما عمل در طبیعت پالس ایده آل وجود ندارد

Subject

Date

انحرافات پالس (Pulse Distortions):

زمانه‌ها می‌خواهیم از v_1 به v_2 بریم اینطوری که ما می‌خواهیم شروع و به‌درجیم اتفاق می‌افتد



1. زمان صعود t_r (rise time) از زمانه $0.1E$ تغییرات انجام می‌شود تا زمانه $0.9E$ تغییرات انجام گیرد

این زمان را t_r می‌نامند

2. زمان نزول t_f (Fall time) وقتی t_f است زمانه از $0.9E$ تغییرات به $0.1E$ تغییرات می‌رود

در این شکل v_1 و v_2 را E در نظر می‌گیریم، در زمان t_1 ولتاژ می‌رسد به $v_1 + 0.1E$ و در زمان t_2 ولتاژ می‌رسد به $v_2 + 0.9E$

$$t_2 - t_1 = t_r$$

3. عرض پالس: از زمانه $0.5E$ ما به $v_1 + 0.5E$ می‌رسد تا زمانه دوباره می‌رسد به $v_1 + 0.5E$ به این مقدار t_p گفته می‌شود

t_r و t_f لزوماً با هم برابر نیستند

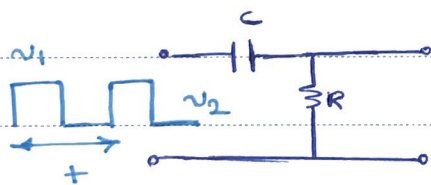
4. کجی (Tilt)

مدار RC به‌درجیم

مهم می‌باشد به این مدار در هم، خازن و مقاومت

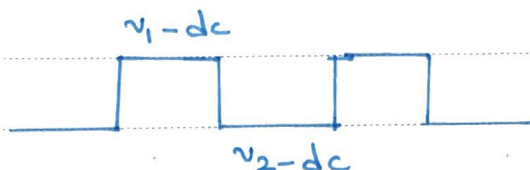
$$\tau \gg T \quad \text{خازن بزرگ باشد یعنی}$$

$$\tau = RC$$



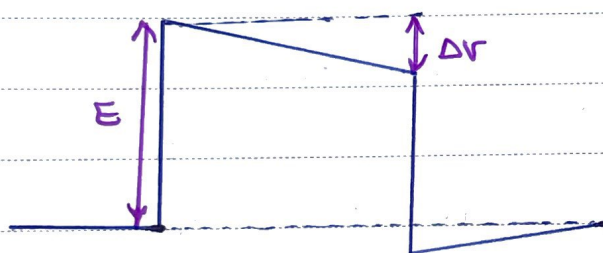
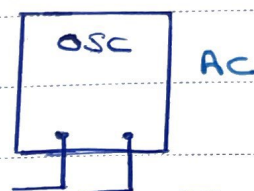
در این حالت خازن اصلاً فریب نمی‌لند و به حالتی می‌شود پس سطح موج خروجی تقریباً می‌شود همان سطح موج ورودی فقط DC آن کف‌خوردگی می‌شود و به مدار باز می‌ماند DC نماند

سطح موج خروجی
دانش‌آموز

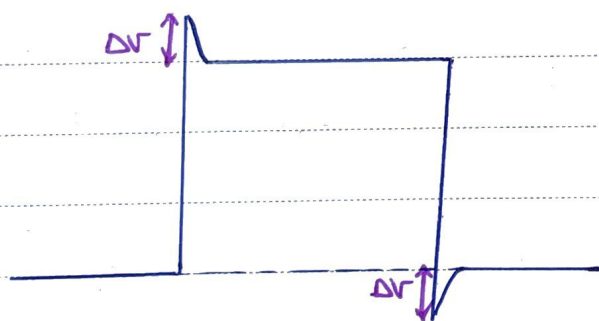


حال اگر فرکانس را به گونه‌ای تغییر دهیم که $\tau \ll t$ باشد و خازن نمی‌تواند شارژ شود در این حالت کمی Tilt ایجاد می‌شود.

این حالت زمانی است که استیو سیگنال را در حالت AC وصل می‌کنیم. Function برای آن ترسیم می‌کنیم. با افزایش این اعمال می‌کنیم این حالت را می‌توانیم دید. دلیل آن این است که خازن به مرور استیو سیگنال را می‌گیرد.



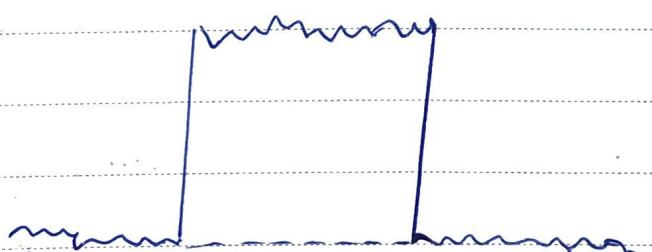
درصدی (tilt) $\frac{\Delta V}{E} \times 100$



5. پایداری (overshoot)

درصد پایداری $\frac{\Delta V}{E} \times 100$

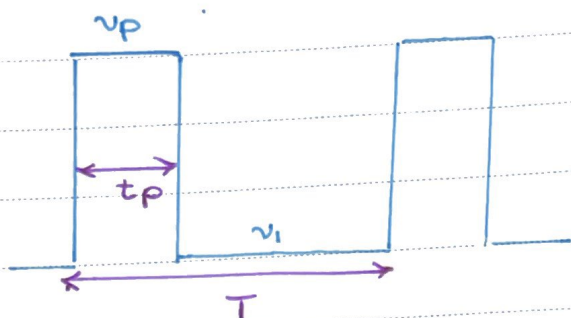
6. نویسان (Ringing)



Subject

Date

محلث است شکل موصی تمام این اعطام ها را داشته باشند



شکل موج های متناوب

پارامترهای مهم شکل موج های متناوب

$$\frac{1}{T} \int_0^T (v_{\text{شکل موج}}) dt$$

$$f(\text{PRF}) = \frac{1}{T}$$

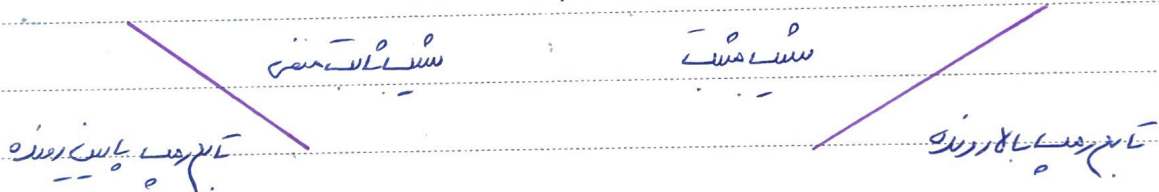
$$D.t = \frac{t_p}{T} \times 100$$

PRF: Pulse Repetition Frequency

D.t: Duty cycle

$$\text{مقدار DC شکل موج متناوب} = \left(v_p \times \frac{D.t}{100} + v_i \times \left(1 - \frac{D.t}{100} \right) \right)$$

اگر ولتاژ خروجی مقنری باشد این تغییر ولتاژ را می توان به این نامش سبب از یک ولتاژ می شود



از توانی به یک های مست و معکوس باید خطوط را برهمه و میزان
از یک شکل خواهد شد

از توانی به یک های مست و معکوس باید خطوط را برهمه و میزان
از یک شکل خواهد شد



اندر زمانه امام رضا علیه السلام

$\propto e^{-\frac{t}{\tau_1}}$

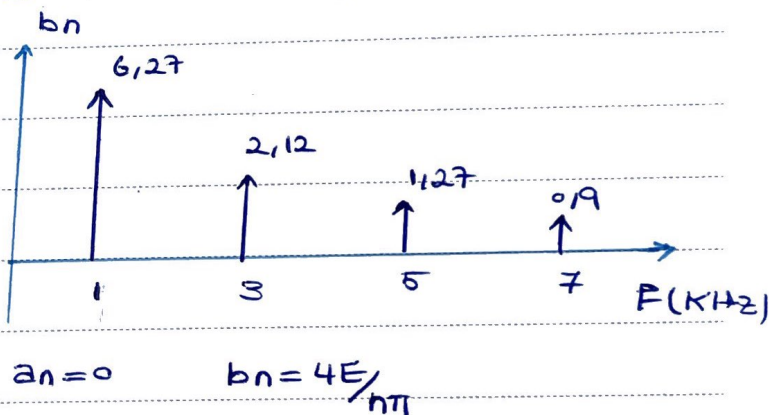
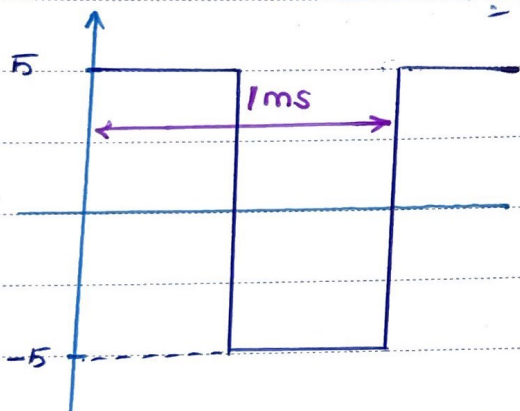
$B(1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}})$

۱۱. حساب و حسابات

هر شکل موج متناوب ترکیبی از چندین مولفه سینوسی است
 ف(t) = $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\omega_0 t + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\omega_0 t$ نسبت به π

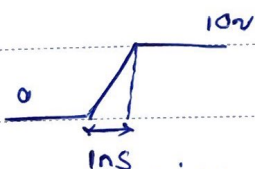
$$a_0 = \frac{1}{T} \int_T f(t) dt, \quad a_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cos n\omega_0 t dt, \quad b_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \sin n\omega_0 t dt$$

2 و 3 هاد این شخص صوم صفر می شود بعد وسط فروردین آن به شش برآید



$$f_{\max} \approx \frac{0,5}{\min(t_r, t_f)}$$

نکته: اگر شما مسئول موقعی باشید که دانشجو باید درسی که این است که فراموشی در سطح آن باشد

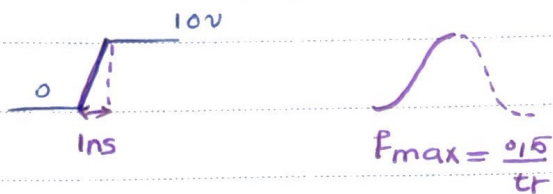


حال فرض کنند موسم به سبط که بر باشد

Subject

Date

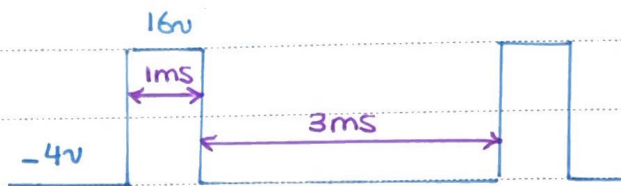
در اسلویسکوپ (الف) (ب) هر دو موجی به طولی شکل (الف) (ب) از زمین فرکانس به دست خود در در
تقریباً 1000 برابر شکل (ب) است در واقع آنها شکل الف نصف است



$$F(\text{PRF}) = ?$$

$$D.t = ?$$

$$\text{DC Voltage level} = ?$$

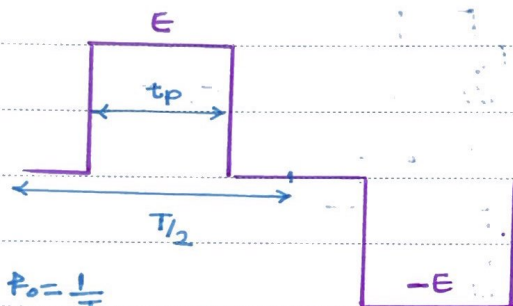


مثال 8

$$F = \frac{1}{(1+3)\text{ms}} = 250 \text{ PRF}$$

$$D.t = \frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

$$\text{DC Voltage Level} = (0.25 \times 16) + (0.75 \times (-4)) = 1$$

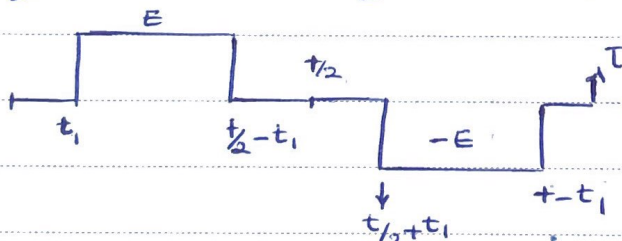


تمرین 9

خیلی با این متغیر نشان کار شده اینجا مشخص است
حارم نیست سوم باشد با توجه به این تابع فرد است
صورت کفوی است اما مسئله این حارم نیست فرکانس 5 خواهد بود

$$f_0 = \frac{1}{T}$$

شکل موج مربعی حارم نیست در واقع هر دو موج مربعی حارم نیست با توجه به این تابع فرد است



نشان را در این حارم نیست 5 خواهد بود

$$f_0 = \frac{1}{T}$$

$$b_3 = \frac{1}{T} \int_T f(t) \sin 3(2\pi f_0 t) dt = \frac{1}{T} \left[E \int_{t_1}^{t_2} \sin \frac{6\pi t}{T} dt - E \int_{T/2+t_1}^{T/2+t_2} \sin \frac{6\pi t}{T} dt \right] = 0$$

$$b_3 = \frac{E}{T} \frac{T}{6\pi} \left[-(\cos \frac{6\pi}{T} t_2 - \cos \frac{6\pi}{T} t_1) + (\cos \frac{6\pi}{T} (t_2 + \frac{T}{2}) - \cos \frac{6\pi}{T} (t_1 + \frac{T}{2})) \right]$$

PAPCO

Subject _____

Date _____

$$= \frac{E}{6\pi} \left[-\cos \frac{6\pi}{T} t_2 + \cos \frac{6\pi}{T} t_1 + \cos \left(\frac{6\pi}{T} t_2 + 3\pi \right) - \cos \left(\frac{6\pi}{T} t_1 + 3\pi \right) \right]$$

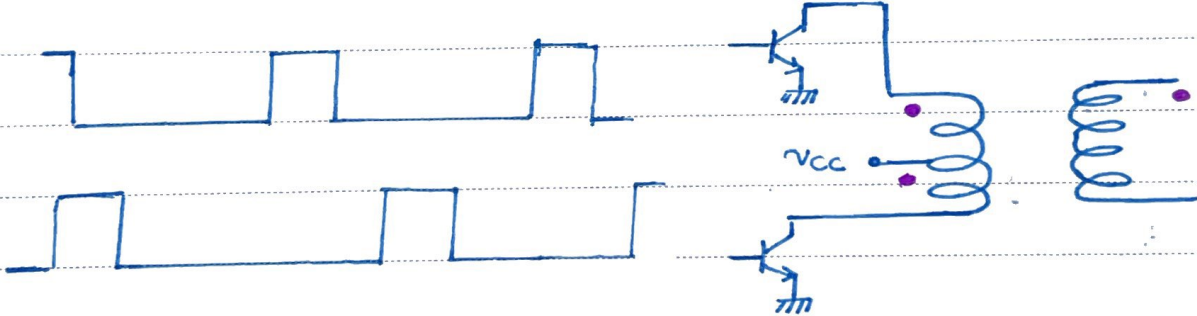
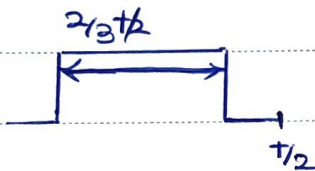
$$\cos(3\pi + a) = -\cos(a)$$

$$b_3 = \frac{E}{6\pi} \left[-\cos \frac{6\pi}{T} t_2 + \cos \frac{6\pi}{T} t_1 - \cos \frac{6\pi}{T} t_2 + \cos \frac{6\pi}{T} t_1 \right]$$

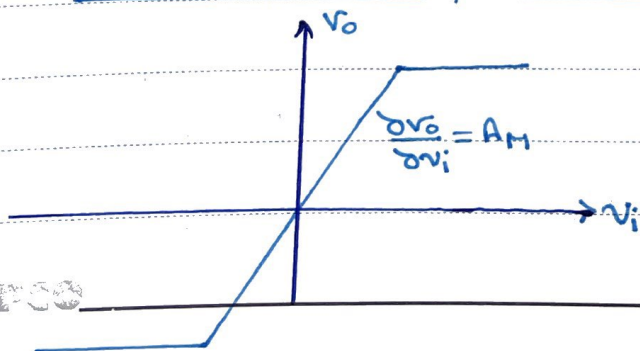
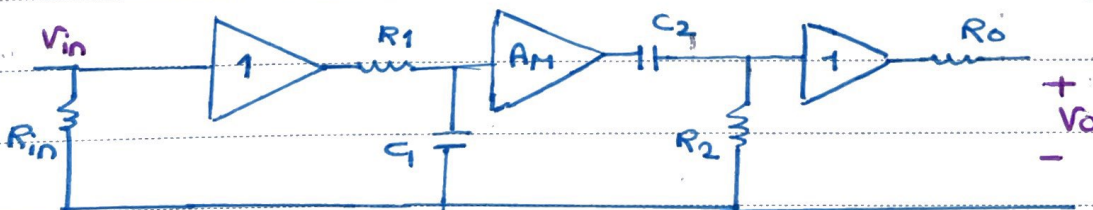
$$= \frac{E}{6\pi} \left[2\cos \frac{6\pi}{T} t_1 - 2\cos \frac{6\pi}{T} t_2 \right] = 0 \rightarrow \cos \frac{6\pi}{T} t_1 = \cos \frac{6\pi}{T} t_2$$

$$\frac{6\pi}{T} t_1 = \frac{6\pi}{T} t_2 \pm 2K\pi \rightarrow 6\pi \left(\frac{t_2 - t_1}{T} \right) = \pm 2K\pi \rightarrow \beta = \frac{t_2 - t_1}{T/2} = \frac{2K}{3}, K=1$$

$$\rightarrow \beta = \frac{2}{3}$$



این مدار از یک حلقه رانین کلاسیک LC استفاده می‌کند. این مدار می‌تواند به عنوان یک حلقه رانین برای یک خروجی تک فاز استفاده شود.

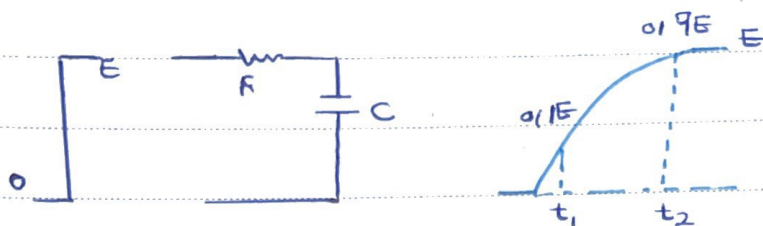


$$f_h = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

Subject

Date

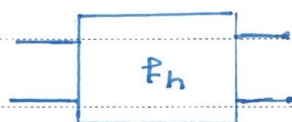


$$V_0 = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \rightarrow 0.9E = E(1 - e^{-\frac{t_2}{\tau}}) \rightarrow \ln(0.1) = -\frac{t_2}{\tau} \rightarrow t_2 = -\tau \ln(0.1)$$

$$0.1E = E(1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}) \rightarrow t_1 = -\tau \ln(0.9)$$

$$t_r = t_2 - t_1 = -\tau [\ln(0.1) - \ln(0.9)] = 2.2\tau = 2.2RC$$

$$t_r = \frac{2.2}{2\pi f_h} = \frac{0.35}{f_h} \rightarrow \boxed{f_h = \frac{0.35}{t_r}}$$

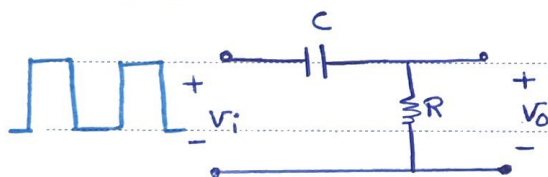


$$t_{rout} \approx \sqrt{(t_{rin})^2 + \left(\frac{0.35}{f_h}\right)^2}$$

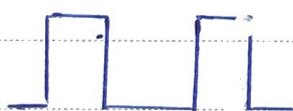
نکته ۱: اگر بایستی با زمان صعود (تر) مشخص t_r به سیستم با فرکانس قطع f_h وارد شوند، بایستی بررسی زمان صعود و فرکانس را خواهد داشت.

نکته ۲: این حالت به بشرطی رخ می دهد که op-amp با ترانزیستور به اشتباه گرفته باشد و تعویض شده در این خط باقی مانده باشد. به اشتباه گرفتن ترانزیستور حاصل می تواند موجب تغییر (معمولاً کاهش) t_r و f_h گردد.

به اثر فیلتر بالا گذر بایستی توجه داشت.



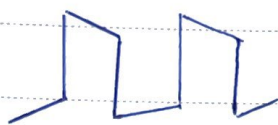
$$\tau \gg T$$



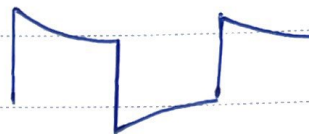
شکل موج ورودی همان
شکل است فقط با
از آن کم شده

P4PCO

$\tau \gg T$



$\tau > T$

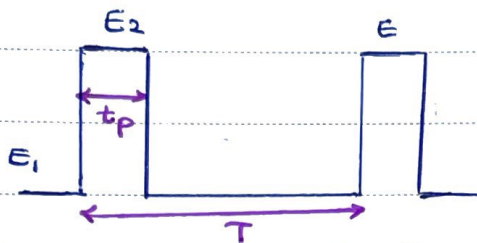


$\tau < T/2$



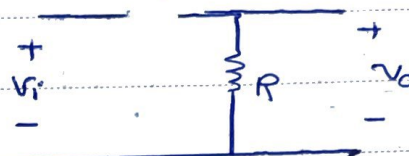
در این سه مورد Tilt

بافزون است و چون نسبت از خازن تقویت است باید داریم



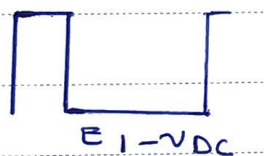
$$\alpha = \frac{t_p}{T}$$

$$E = E_2 - E_1$$



$$\text{Input DC voltage} = \alpha E_2 + (1-\alpha) E_1 = V_{DC}$$

$$E_2 - V_{DC}$$



$$+ V_{DC} = \text{سلفی مع بر روی}$$

خازن

سلفی مع خازن

چون $T < \tau < T/2$ است در زمانیکه ورودی حالت E_2 است

$$I_{cap} \approx \frac{E_2 - V_{DC}}{R} = \frac{E_2 - [\alpha E_2 + (1-\alpha) E_1]}{R} = \frac{(1-\alpha) [E_2 - E_1]}{R} = \frac{(1-\alpha) E}{R}$$

$$C \cdot \Delta V = I \cdot \Delta T \rightarrow C \cdot \Delta V = \frac{(1-\alpha) E}{R} \cdot t_p \quad \uparrow \alpha T$$

$$\% \text{tilt} = 100 \times \frac{2\pi \alpha (1-\alpha) f_L}{f_{in}}$$

$$\frac{\Delta V}{E} = \frac{2\pi \alpha (1-\alpha) T}{2\pi RC} = \frac{2\pi \alpha (1-\alpha) f_L}{f_{in}}$$

$$\frac{\pi f_L}{2 f_{in}} \rightarrow \text{معمولاً}$$

$$\% \text{tilt} = \frac{2\pi \alpha (1-\alpha) f_L}{f_{in}}$$

$$\text{if } \alpha = 1/2$$

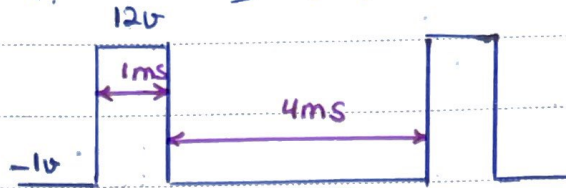
$$\% \text{tilt} = \frac{\pi f_L}{2 f_{in}}$$

معمولاً معبر این است که عبور از سلفی مع شود

Subject _____

Date _____

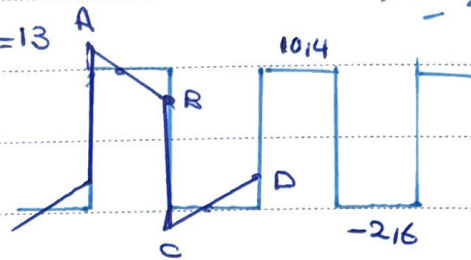
تیرین: مقدار F_L که برای آن مقدار tilt 10 درصد شود را محاسبه کنید. در این حالت سلفی مع غرضی را بدقت رسم کنید.



$$d = \frac{1}{1+4} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$F_{in} = \frac{1}{5ms} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ PRF}$$

$$E = E_2 - E_1 = 13$$



$$\frac{2\pi F_L (\alpha / (1-\alpha))}{F_{in}} = 0,1 = \frac{6,28 F_L (0,2 / (0,8))}{200}$$

$$F_L = \frac{200 \times 0,1}{6,28 \times 0,16} = \frac{20}{6,28 \times 0,16} = 19,942$$

$$\frac{\Delta V}{E} = \frac{10}{100} = 0,1$$

$$\frac{\Delta V}{12 - (-1)} = \frac{\Delta V}{13} = 0,1 \rightarrow \Delta V = 1,3(V)$$

$$V_A = 10,4 + \frac{\Delta V}{2} = 10,4 + 0,65 = 11,05$$

$$V_B = 10,4 - \frac{\Delta V}{2} = 10,4 - 0,65 = 9,75$$

$$V_C = -2,16 - \frac{\Delta V}{2} = -2,16 - 0,65 = -3,25$$

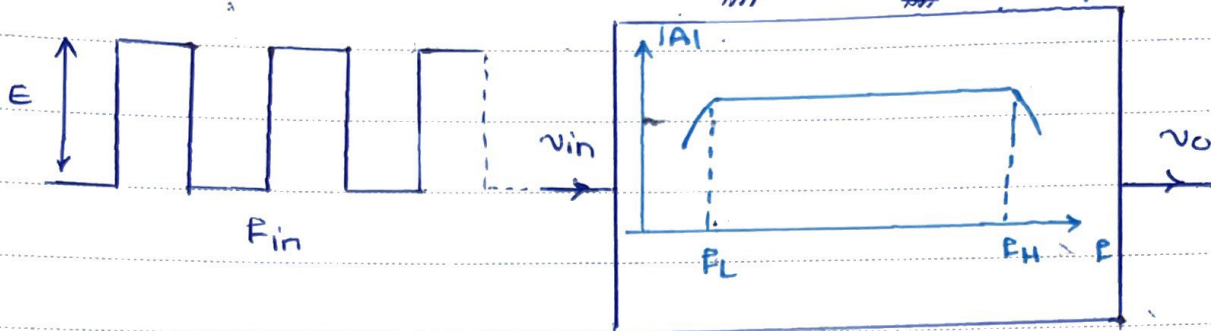
$$V_D = -2,16 + 0,65 = -1,95$$

$$V_{DC} = 12 \times 0,2 - 1 \times 0,8 = 1,6(V)$$

تیرین: مقدار F_L که برای آن مقدار tilt 10 تا 15 درصد شود را محاسبه کنید.

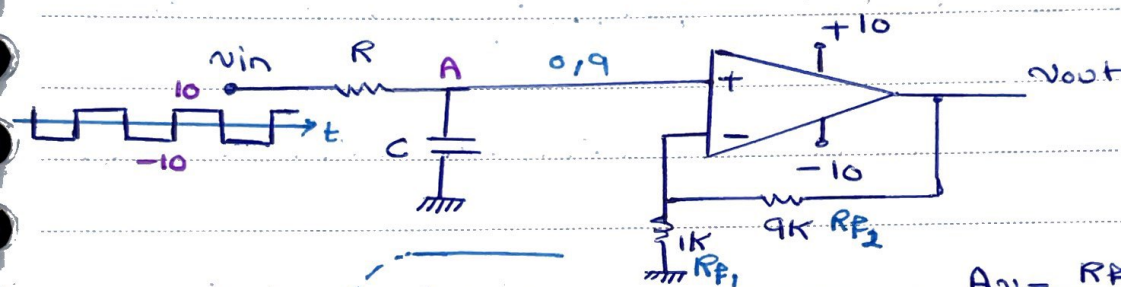
طبیعی ۲: کلی مدار RC از مرتبه اول، روش ذهنی حل مدارات مرتبه اول (RC₂)

موردی بر مطالب طبیعی ۲



$$t_r = t_f = \frac{0.35}{f_h}$$

$$\frac{\Delta V}{E} = \frac{\pi f_L}{2 f_{in}}$$



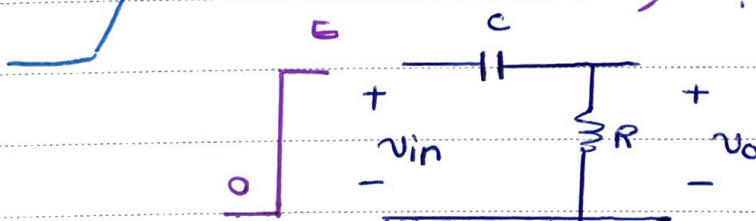
$$A_v = \frac{R_{F1} + R_{F2}}{R_{F1}} = 10$$

$$v_{oMax} = -v_{oMin} = 10$$

$$t_r = t_f = \frac{0.35}{f_1}$$

$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC}$$

موردی بر مطالب طبیعی ۲



$$v_1 = E \cdot u(t)$$

$$-v_1 + v_c(0) + \frac{1}{C} \int \frac{v_o}{R} dt + v_o = 0$$

Subject

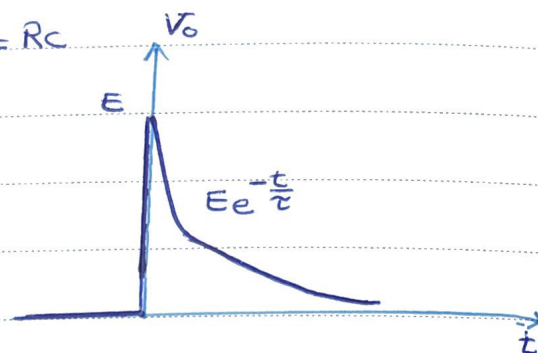
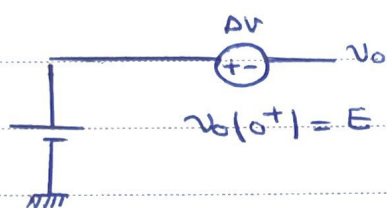
Date

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

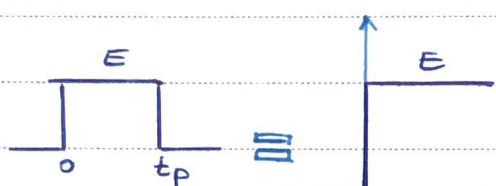
$$t > 0 \rightarrow RC \frac{dV_0}{dt} + V_0 = 0 \rightarrow V_0 = K e^{-\frac{t}{\tau}}, \tau = RC$$

$$V_0(0^+) = E, V_C(0^-) = V_C(0^+) = 0$$

$$V_0 = E e^{-t/\tau} u(t)$$



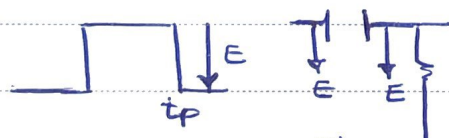
$t=0^+$ در لحظه اول



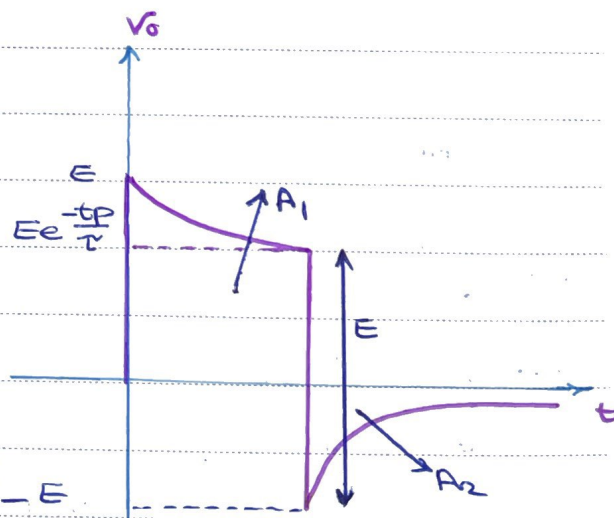
$$E e^{-t/\tau} u(t) - E e^{-\frac{t-t_p}{\tau}} u(t-t_p)$$

$$V_{in} = E \cdot u(t) - E \cdot u(t-t_p)$$

$$V_0 = \begin{cases} E e^{-t/\tau} & 0 < t < t_p \\ E (e^{-t/\tau} - e^{-\frac{t-t_p}{\tau}}) & t > t_p \end{cases}$$



$$V_0(t_p^+) - V_0(t_p^-) = E$$



جائزہ سنگی زمانہ ۵، لڑہا، لڑہا، لڑہا اور۔

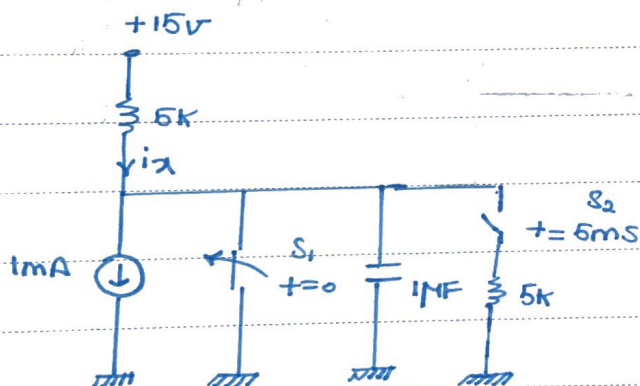
در هزاره گشت ۴ محور از نظر انتخاب می کشیم: $\varphi, \psi, \chi, \omega$ که هر کدام از یک آسای فوق می تواند مرتبط به اکثر بسته باشند.

$$y(t) = y_{ssi} + [y(t_i^+) - y_{ssi}] e^{-\frac{t-t_i}{\tau_i}}$$

$\gamma(t_i^+)$ شرایط حالت اولیه در ابتدای بازه t_i

۶۷. سُرُاطَ حَالَتِ مَانَدگار باره مورث نظر زمان بی نهایت
ج: سُرُاطِ زمانیه باره.

۴
هنگام دیدار زهره با مادرش آویز



$t < 0$ 3

$$i_2 = \frac{15}{5} = 3 \text{ mA}$$

$$V_C = 0 \rightarrow V_C(0^-) = 0$$

$0 < t < 15 \text{ ms}$

$$i_2(0^+) = (15 - 0) / 5K = 3mA$$

خازن سباز و نسیم العنالی بارالله و منیع جریان جامعہ مائدہ:

$$I_{XSS} = 1 \text{ mA}$$

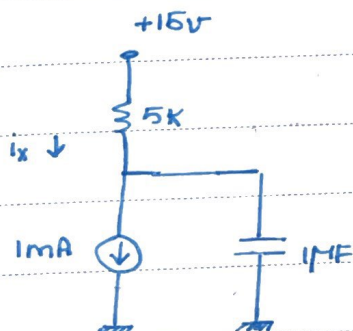
$$\tau = 5K \times 1M = 5ms$$

$$i_X(t) = 1 + [3-1]e^{-t/\tau} = 1 + 2e^{-t/\tau}$$

$$t = 5 \text{ ms} \rightarrow i_x(5 \text{ ms}) = 1 + 2e^{-1} = 1,735 \text{ mA}$$

$$V_c(5\text{ms}^-) = 15 - 5 \times i_x(5\text{ms}^-)$$

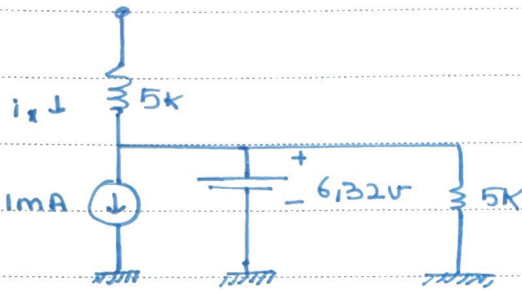
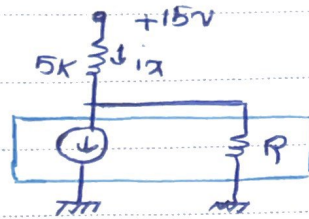
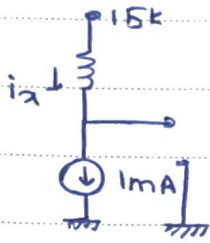
$$v_C(5\text{ms}^-) = 15 - 5 \times 1,735 = 6,325 \text{ V}$$



$0 \leq t \leq 5 \text{ ms}$

Subject

Date

حساب $t = \infty$ ما بعد

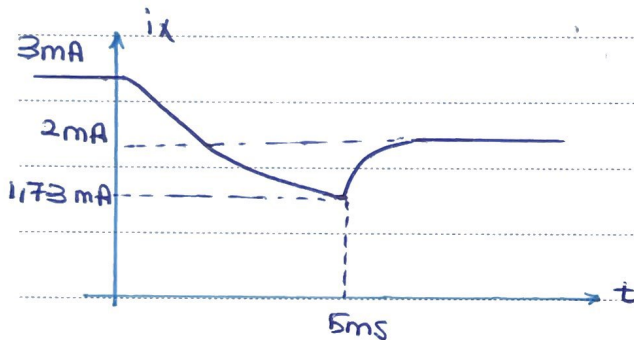
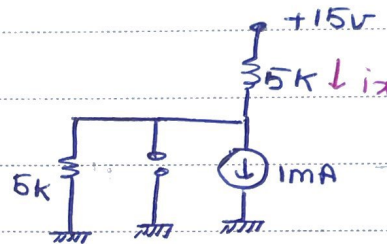
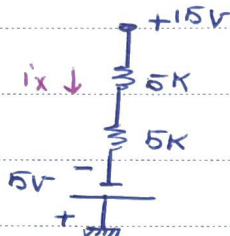
$$V_C(5\text{ms}^-) = V_C(5\text{ms}^+)$$

$$i_x(5\text{ms}^+) = \frac{15 - 6.32}{5\text{k}} = 1.73\text{ mA}$$

$$i_{x\text{ss}}(t > 5\text{ms}^+) = \frac{15 + 5}{10\text{k}} = 2\text{ mA}$$

$$i_x = 2 + [1.735 - 2]e^{-\frac{t-5}{\tau_2}}$$

$$\tau_2 = (5\text{k} \parallel 5\text{k}) \times 1\mu = 2.5\text{ ms}$$

 $t < 0$:

$$V_C = 0 \rightarrow i_C(0^-) = 0$$

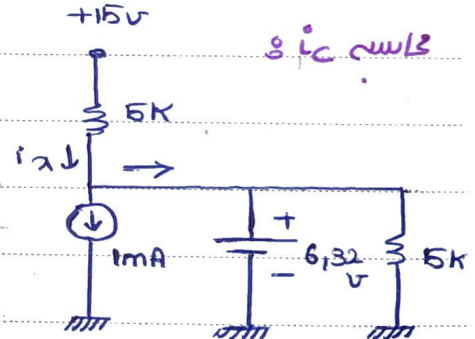
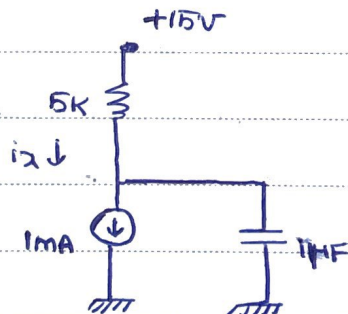
 $0 < t < 5\text{ms}$:

$$i_x = \frac{15}{5} = 3\text{ mA}$$

$$i_C(0^+) = i_x - 1 = 2\text{ mA}$$

$$i_{C\text{ss}} = 0 \rightarrow i_C = 2e^{-t/\tau}, \tau = 5\text{k} \times 1\mu = 5\text{ ms}$$

$$i_C(5\text{ms}^-) = 2e^{-1} = 0.735\text{ mA}$$



PACO

Subject

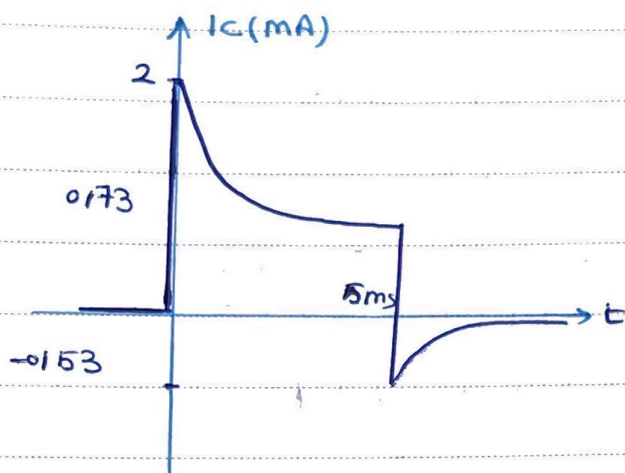
Date

$t > 5\text{ms}$:

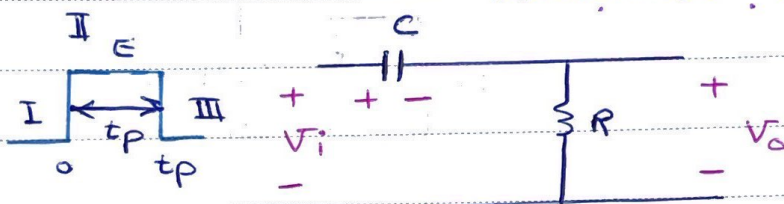
$i_{\text{css}} = 0$; From last page $v_C(5\text{ms}^+) = 6.25$

$$i_C(5\text{ms}^+) = \frac{15 - 6.325}{5} - \frac{6.325}{5K} = -0.153\text{mA}$$

$$i_C = -0.153 e^{-t/\tau}, \tau_2 = (5K \parallel 5K) \times 1\mu = 2.5\text{ms}$$

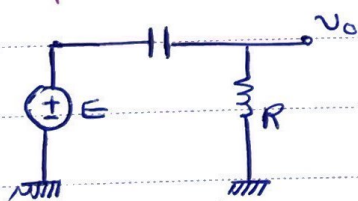


حل جدید در وی پالس به مدار RC اضافه شد



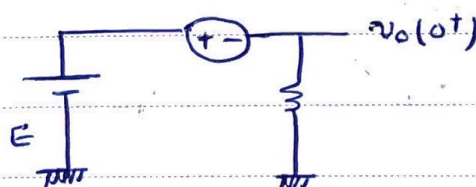
$$v_C(0^-) = 0, v_{\text{out}}(0^-) = 0$$

پالس $0 < t < t_p$



$$v_o(0^+) = E + 0 = E$$

$$v_o(\infty) = v_{\text{SS}} = 0$$



$$v_o(t) = 0 + (E - 0) e^{-t/\tau}$$

$$v_o(t) = E e^{-t/\tau}$$

$$\tau = RC$$

$$v_{\text{cap}}(t_p) = E - E e^{-t_p/RC}$$

در لحظه $t = t_p$ ولتاژ ولتاژ

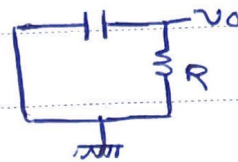
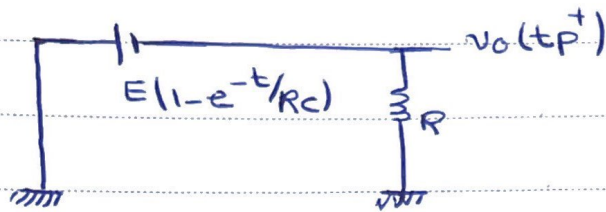
$$v_o(t_p) = E e^{-t_p/RC}$$

$$\rightarrow v_{\text{cap}}(t_p) = E(1 - e^{-t_p/RC})$$

Subject

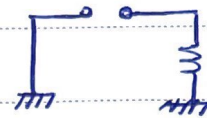
Date

$t > t_p$



t_p^+ مقدار ولتاژ در

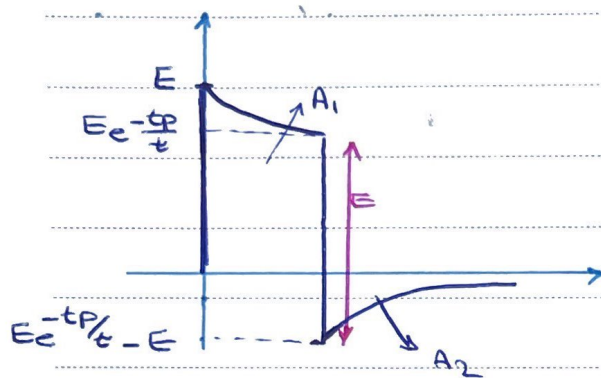
$t = \infty$ مقدار ولتاژ در



$$v_o(t_p^+) = -E(1 - e^{-t_p/\tau})$$

$$v_{o,ss2} = 0$$

$$v_o(t) = -E(1 - e^{-t_p/\tau}) e^{-\frac{t-t_p}{\tau}}$$



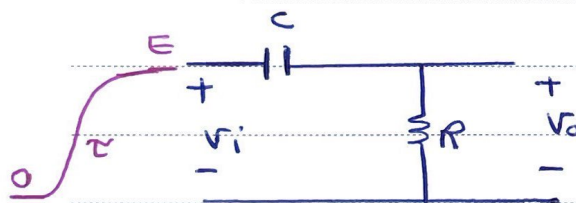
تقریباً می‌توان گفت اگر ورودی مدار را مانند پالس به صورت زیر بیاوریم، خروجی به عبارتی خواهد بود. (در حالت خاص $\tau = \tau_1$ نیز مدار را تحلیل کنید)

$$v_o = \frac{NE}{n-1} (e^{-\frac{t}{\tau_1}} - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$\tau_1 = RC; N = \frac{\tau_1}{\tau}$$

$$v_i = E(1 - e^{-t/\tau}) \cdot u(t)$$

در نمودار این تقریب در صحنه می‌آید.



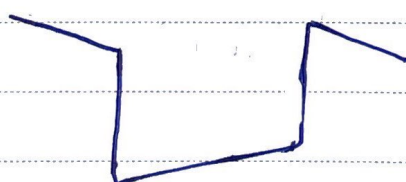
$$\tau_1 \gg \tau/2$$



$$N = \frac{\tau_1}{\tau}$$

$$\tau_1 = RC$$

$$\tau_1 \gg \tau$$



P4PCO

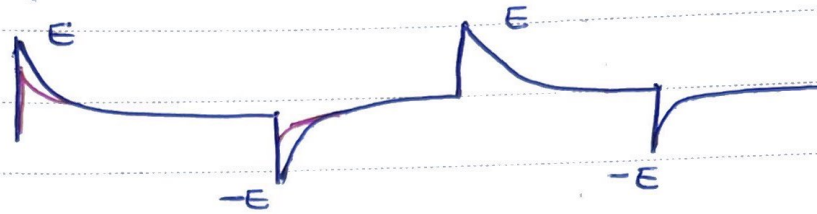
Subject _____

Date _____

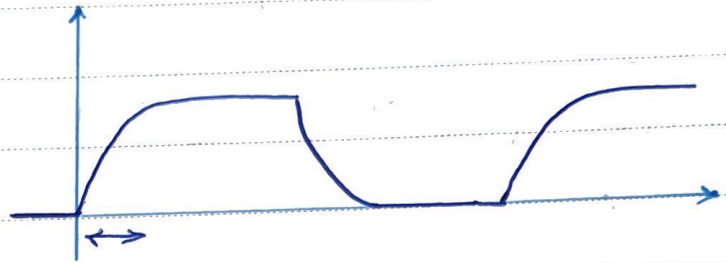
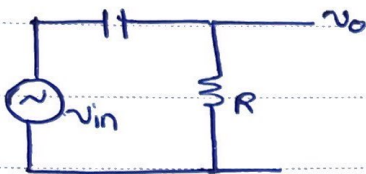
$$t_1 \approx T/2$$



$$5t_1 < T/2$$



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



$$-v_{in} + v_o(0) + \frac{1}{C} \int \frac{v_o}{R} dt + v_o = 0$$

$$N = \frac{t_1}{\tau} - \frac{RC}{\tau}$$

$$\frac{dv_o}{dt} + \frac{v_o}{\tau} = \frac{dv_i}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$$

$$v_p = A e^{-t/\tau}$$

$$-A/\tau e^{-t/\tau} + A/\tau_1 e^{-t/\tau_1} = E/\tau e^{-t/\tau}$$

$$-A + \frac{\tau A}{\tau_1} = E, A\left(\frac{1}{n} - 1\right) = E$$

$$A \frac{1-n}{n} = E \rightarrow A = \frac{n}{1-n} E$$

$$v_{part} = B e^{-t/\tau_1}, v_o = \frac{n}{1-n} E e^{-t/\tau} + B e^{-t/\tau_1}$$

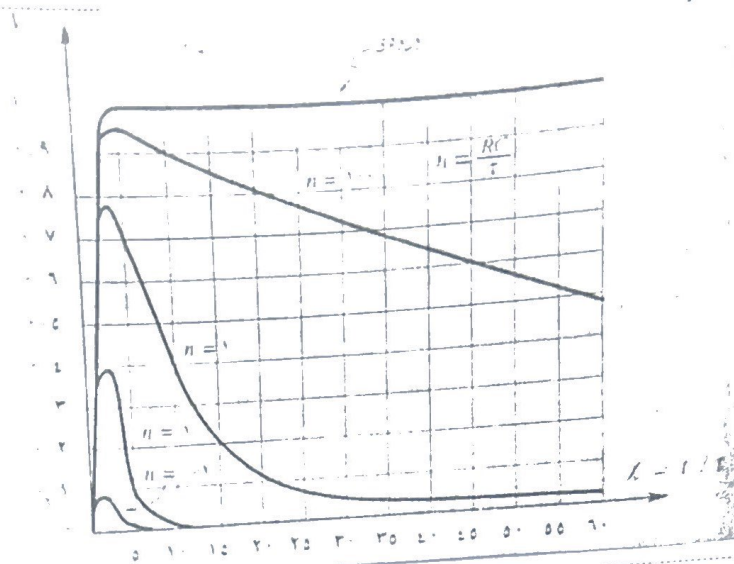
$$v_o(0^+) = 0 \Rightarrow \frac{n}{1-n} E + B = 0 \rightarrow B = \frac{n}{n-1} E$$

$$v_o = \frac{nE}{1-n} (e^{-t/\tau} - e^{-t/\tau_1})$$

Subject _____

Date _____

۱۵ - ۱۸ خرداد ۱۳۹۵

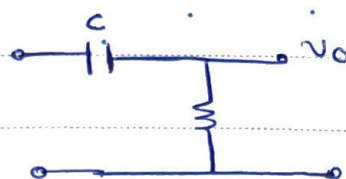


Subject

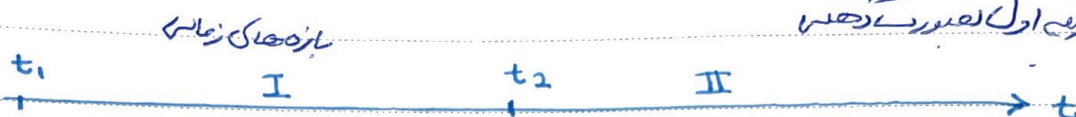
Date

جلسه ۳: تحلیل مدارهای گذر فرکانس اول، با مقدمات حالت پایدار، به دربرگیرنده های متناوب (RC)

مرور یک بار در این جلسه قبلی



راه حل مدارات مرتبه اول به صورت زیر است



$$v_x(t) = v_{ss}x_1 + (v_x(t_1^+) - v_{ss}x_1)e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$$

ولت‌رقتی x_1 از بارهای ایستایی
در این مدار می‌باشد

$$v_x(t_1^+) \text{ و } v_{cap}(t_1^-) = v_{cap}(t_1^+)$$

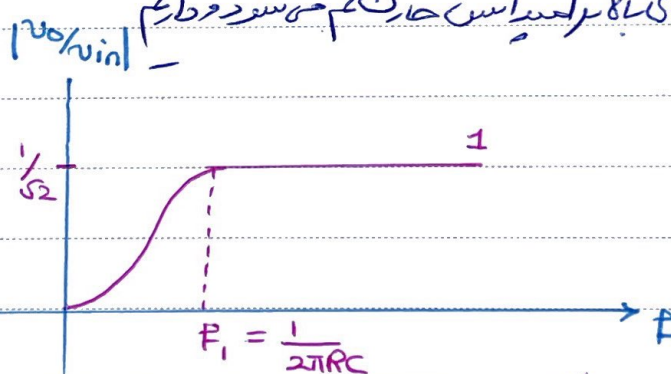
$$i_L(0^-) = i_L(0^+)$$

$$\tau = RC \text{ و } \tau = \frac{L}{R}$$



در فرکانس‌های پایین، خازن‌ها به عنوان یک اتصال در نظر گرفته می‌شوند

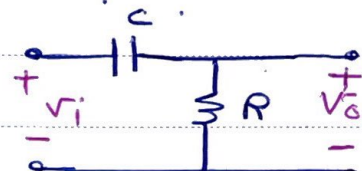
در فرکانس‌های بالا، ترانزیستورها به عنوان یک مدار قطع در نظر گرفته می‌شوند



در این مدار، RC به عنوان یک مدار RAMP

مثال: خروجی را به ازای ورودی v_{in} بدست آورید.

$$v_{in} = \alpha t \cdot u(t)$$



Subject

Date

$$\frac{dv_{in}}{dt} = \frac{v_o}{RC} + \frac{dv_o}{dt} \rightarrow \frac{dv_o}{dt} + \frac{v_o}{RC} = \alpha \rightarrow v_o = Ae^{-t/\tau} + B$$

$$v_o(0^+) = 0 \rightarrow Ae^0 + B = 0 \rightarrow A = -B$$

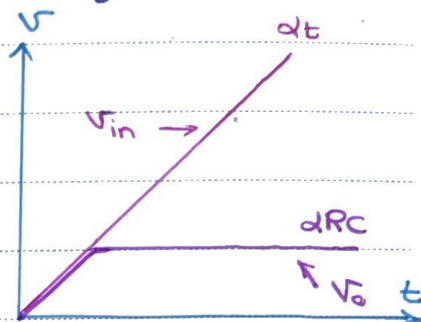
$$\text{از اصل دوم: } \alpha = \frac{B}{\tau} \rightarrow B = \alpha\tau$$

$$A = -B = -\alpha\tau$$

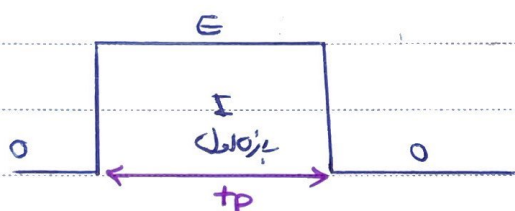
$$v_o(t) = \alpha\tau(1 - e^{-t/\tau}) \quad \text{و} \quad e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \dots$$

$$\text{if } x \ll 1, t \ll \tau : v_o = \alpha t [1 - (1 - \frac{t}{\tau})] = \alpha t \frac{t}{\tau} = \alpha t$$

در زمانهای اولیه و برای ورودی در این لحاظ و برای ورودی
الکترون است به اصطلاح این به مقدار قرار می شود پس $v_o = v_i$ در این حالت

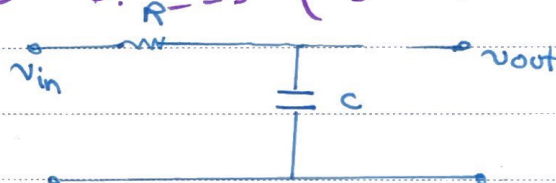


در زمانهای به هم $e^{-t/\tau}$ و αt می شود



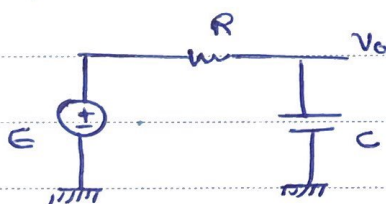
$$v_{cap}(0^-) = 0 = v_{out}$$

به بررسی این مدار بپردازیم تا ببینیم این مدار چه کاری می کند



در این مدار $0 < t < t_p$

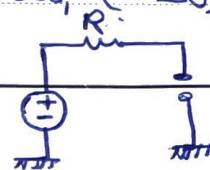
در این مدار



$$v_o(0^+) = v_{cap}(0^+) = v_{cap}(0^-) = 0$$

$$v_{oss1} = E$$

برای کسب v_{oss1} باید از این مدار استفاده کنیم

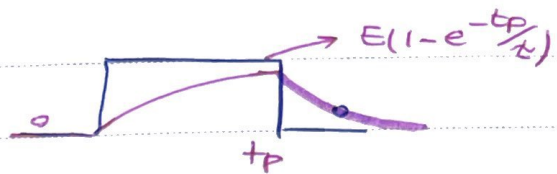


PCO

$$v_o = E + (0 - E) e^{-t/\tau}$$

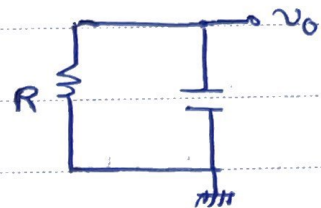
$$= E(1 - e^{-t/\tau})$$

$$v_{cap}(t_p^-) = E(1 - e^{-t_p/\tau}) = v_o(t_p^-)$$



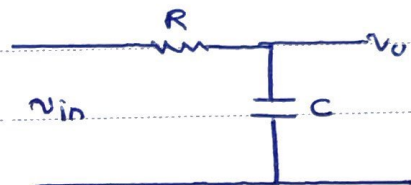
$$t > t_p$$

$$v_o(t_p^+) = v_{cap}(t_p^+) = v_{cap}(t_p^-)$$



$$v_o(t_p^+) = E(1 - e^{-t_p/\tau}) \text{ , } N_{OSS2} = \phi$$

$$v_o(t) = E(1 - e^{-t_p/\tau}) e^{-\frac{t-t_p}{\tau}}$$



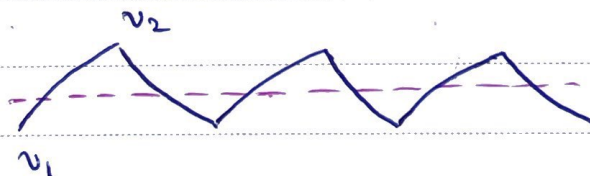
5t_p < t_p
حالت پهن شدن
می شود.



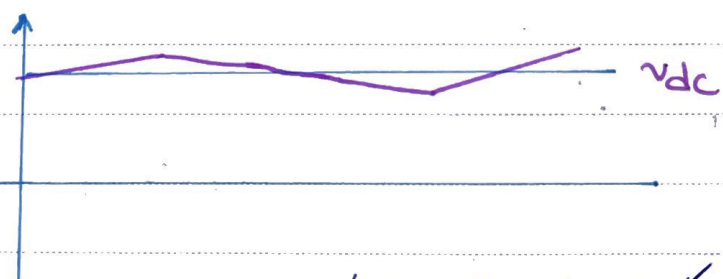
$$t_r = t_p = \frac{0.35}{f_r}$$

سطح هم در درج و درج و تقریباً هم اند

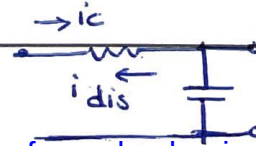
t ≈ t_p
در این حالت سطح هم
ماند E نمی تواند بزرگ



t >> t_p
در این حالت ظرف به تنوع
سازش شود و در درج
در کثرت می افتد.



اگر ظرف کثرتی بزرگ باشد چنانچه $\frac{\Delta v_o}{E} \ll 1$ در این حالت i_c برابر است با $i_{c \approx \frac{E - v_{dc}}{R}}$ charge
و تقریباً خطی می شود
 $i_{dis} = \frac{v_{dc}}{R}$

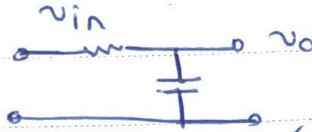


Subject

Date

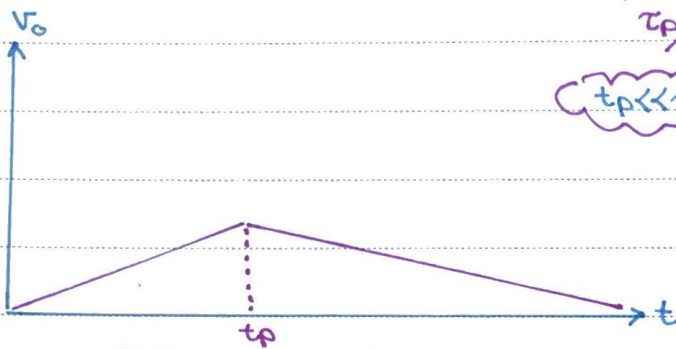
$$I_{\text{charge}} = \frac{v_{in} - v_{dc}}{R}$$

$$v_o = v_{dc} + \frac{1}{C} \int \frac{v_{in} - v_{dc}}{R} dt$$



به همین حالت که انتگرال گیری صورت می‌گیرد

جمع بندی این مسیله



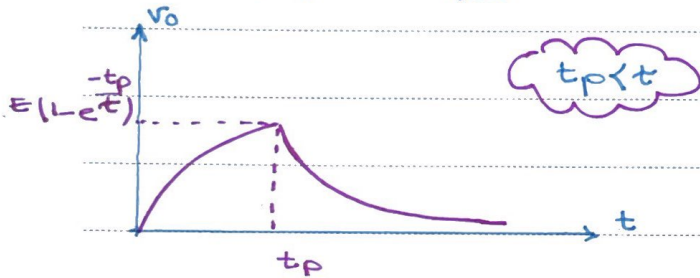
شکل موج خروجی در حالت مختلف نسبت τ_p

$t_p \ll t$

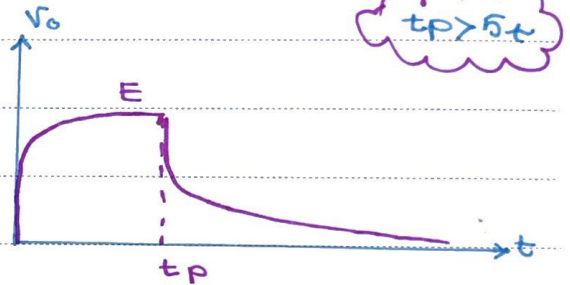
این زمان که طولی است خیلی کمتر از τ است

$$i \approx \frac{v_{in} - v_{cap}}{R} \approx \frac{v_{in}}{R}$$

$$v_o = \frac{1}{C} \int \frac{v_{in}}{R} dt = \frac{1}{RC} \int v_{in} dt$$

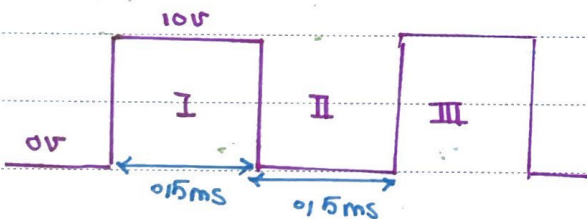


$t_p < t$



$t_p > 5t$

به اینجای حالت ماندگار می‌رویم و ورودی می‌تواند



Phase I :

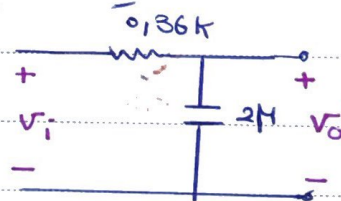
$$v_o(0^+) = 0, v_{o_{ss}}(I) = 10V$$

$$v_o(t) = 10 + (0 - 10)e^{-t/\tau} = 10(1 - e^{-t/\tau})$$

$$\tau = 360 \times 2\mu F = 720\mu s = 0.72ms$$

$$v_o(0.15ms^-) = v_{cap}(0.15ms^-) = 10(1 - e^{-\frac{0.15}{0.72}}) = 5V$$

مثال 3: حالت ماندگار را در شکل زیر بدست آورید



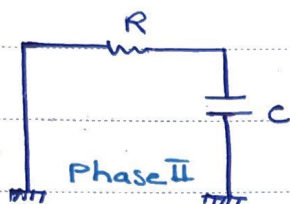
APCO

Phase II

$$V_o(0.5 \text{ ms}^+) = V_{\text{cap}}(0.5 \text{ ms}^-) = 5 \text{ V}$$

$$V_{o,ss}(\text{II}) = 0, V_o(t) = 5e^{-\frac{t-0.5}{0.72}}$$

$$V_o(1 \text{ ms}) = 5e^{-\frac{1-0.5}{0.72}} = 2.5 \text{ V}$$



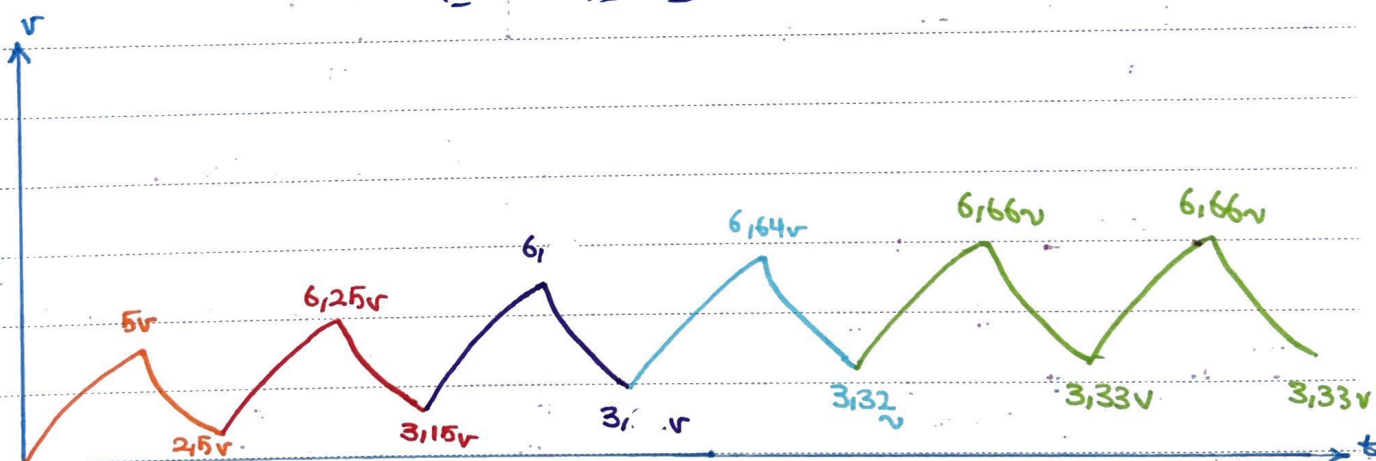
Phase III

$$V_o(1 \text{ ms}^+) = 2.5 \text{ V}, V_{o,ss}(\text{III}) = 10 \text{ V}$$

$$V_o(t) = 10 + (2.5 - 10)e^{-\frac{t-1}{0.72}}$$

$$V_o = 10 - 7.5e^{-\frac{t-1}{0.72}} \rightarrow V_o(1.5 \text{ ms}) = 6.25 \text{ V}$$

در هر یک از این مراحل...



این تویا 3.33 ms طول هر یک از این مراحل را نشان می‌دهد.

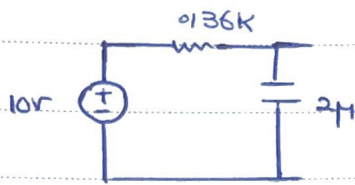
$$f = 1 \text{ kHz}$$

این فرکانس 1 kHz را در هر یک از این مراحل باید در نظر بگیریم.
حال اگر 10 kHz را در نظر بگیریم (70 تا 75 درصد طول هر یک از این مراحل را در نظر بگیریم)
در این روش مناسب نیست.

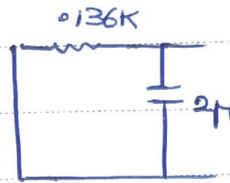
Subject

Date

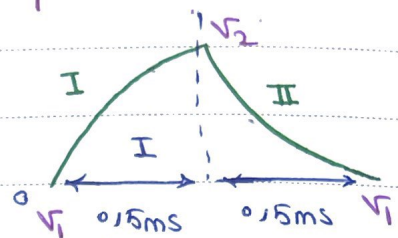
در مثال قبل به روش نظام مند



I Case



II Case



$$v_0(0^+) = v_1 = v_{0ss1} = 10V$$

$$v_0(t) = 10 + (v_1 - 10)e^{-t/\tau}$$

$$v_0(0.15ms) = v_2 = 10 + (v_1 - 10)e^{-\frac{0.15}{0.172}}$$

$$v_2 = 10 + 0.15v_1 - 5 = 5 + 0.15v_1$$

$$(*) \quad \boxed{v_2 = 5 + \frac{v_1}{2}}$$

$$v_0(0.15ms^+) = v_2$$

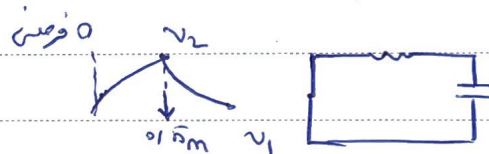
$$v_{ss2} = \phi$$

$$v_0 = v_2 e^{-\frac{t-0.15}{\tau}}$$

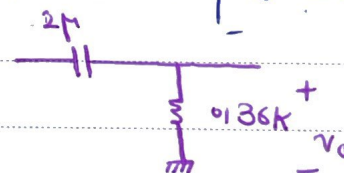
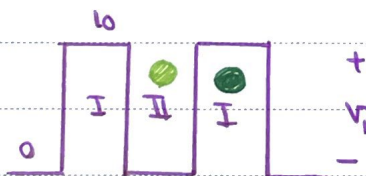
$$v_0(1ms) = v_1 = v_2 e^{-\frac{0.15}{0.172}} = \frac{v_2}{2}$$

$$(*)' \quad \boxed{v_1 = \frac{v_2}{2}}$$

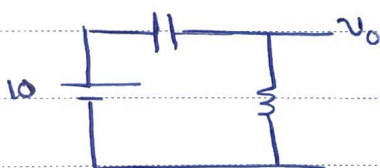
$$(*) \Rightarrow (*)' \quad \begin{cases} v_2 = 6.66 \\ v_1 = 3.33 \end{cases}$$



بنابراین بدین ترتیب می‌توانیم رابطه بین v_1 و v_2 را پیدا کنیم.



در این



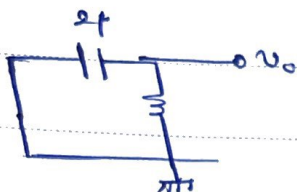
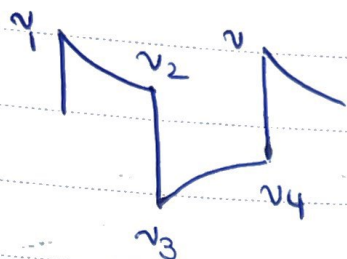
$$v_0(0^+) = v_1, v_{0ss1} = \phi$$

$$v_0(t) = v_1 e^{-t/\tau}$$

$$v_0(0.15ms) = v_2 = v_1 e^{-\frac{0.15}{0.17}} = \frac{v_1}{2}, \quad \boxed{v_2 = \frac{v_1}{2}}$$

Subject

Date



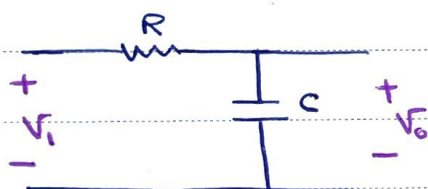
$$v_0(0.15^+ \text{ ms}) = v_3$$

$$v_{0SS2} = \phi$$

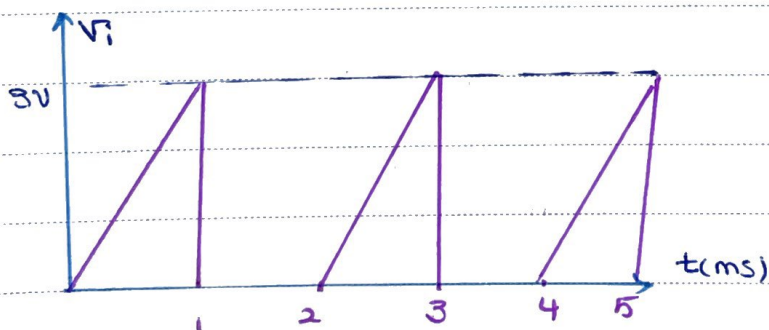
$$v_0 = v_3 e^{-\frac{t-0.15}{\tau}}$$

$$v_0(1 \text{ ms}) = v_3 e^{-\frac{15/100}{0.72}} = \frac{v_3}{2} = v_4$$

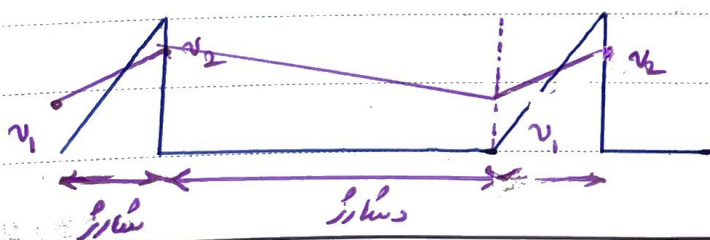
$$\begin{cases} v_2 = \frac{1}{2} v_1 \\ v_4 = \frac{1}{2} v_3 \\ v_1 - v_4 = E = 10 \text{ V} \\ v_2 - v_3 = E = 10 \end{cases} \quad \begin{aligned} v_1 &= 6.66 \\ v_2 &= 3.33 \\ v_3 &= -6.66 \\ v_4 &= -3.33 \end{aligned}$$



$$\tau = RC = 3 \text{ ms}$$



تمرین: با اینجای حالت را می توان زیر را بیست آورد.



نکته: توضیحات این تمرین:

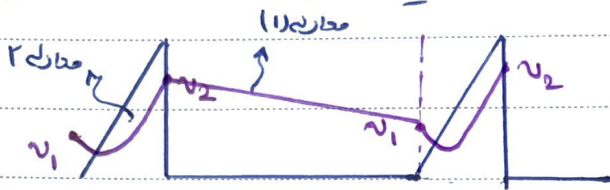
این دو گراف در درجی هم می باشد
بنده
فوت

چون در تمام ولتاژ خازن یک به اندازه v_1 داریم و چون در باره‌ی شارژ سیستم از v_1 به v_2 می‌پردازیم

در باره‌ی مشخص شده (*) دشارژ می‌شود و چون در v_1

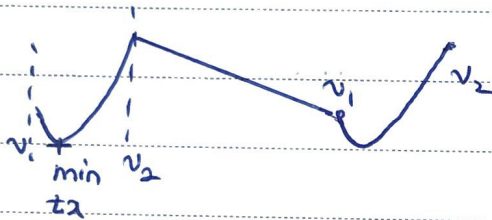
ایرادی که به این شکل دارد است این است که ما این * را از زمان t_1 در تقویم در صورتی که در این زمان ها

ولتاژ خازن می‌بینیم از ولتاژ دیگر است و در جهات خازن در حال تخلیه است پس شکل درست صورت زیر است



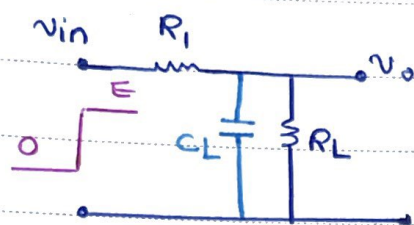
بنابراین کل به این صورت است که ابتدا ۳

۱۱. v_1 و v_2 را در دست می‌آوریم
۱۲. مدارها را به صورت ادویه جوش می‌زنیم و در این حالت به این شکل می‌رسیم که در این



min t_2

جلسه ۴: مدارات سازه‌های پویا (RC4)



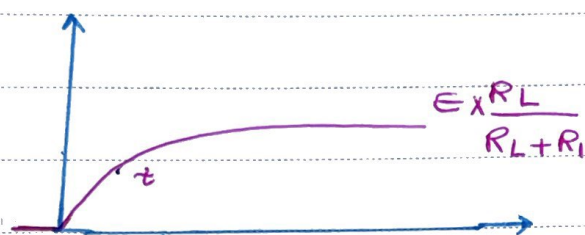
$$\frac{v_o}{v_{in}} = \frac{R_L}{R_L + R_i}$$

مدار سازه‌ها

در حالت دائمی، ولتاژ R_L خازن نمی‌تواند به ولتاژ R_i برسد، بلکه به مقدار R_L می‌رسد.

خازن‌های دارای بار R_L می‌توانند به ولتاژ R_i برسند و در سازه‌های RC، ولتاژ R_L به ولتاژ R_i می‌رسد.

بنابراین، C_L داریم در این حالت، شکل موج خروجی به شکل زیر در می‌آید:



$$\tau = (R_L \parallel R_i) C_L$$

این حالت خوب است و ما در این اصل هم هست.

اصل اول:

اگر خازن C_L به هم وصل می‌شود، زیرا کاپاسیتورها، سول‌ها، استورس و... خازن دارند.

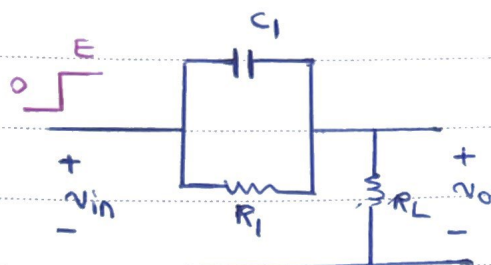
$$H(s) = \frac{v_o}{v_i}(s) = \frac{R_L \parallel \frac{1}{sC_L R_L}}{\frac{R_L}{1 + sC_L R_L} + R_i} = \frac{R_L}{R_L + R_i + sC_L R_L R_i}$$

چون می‌توانیم بنویسیم $\frac{R_L}{R_L + R_i}$ ، بنابراین از آن خازن R_i می‌رسد:

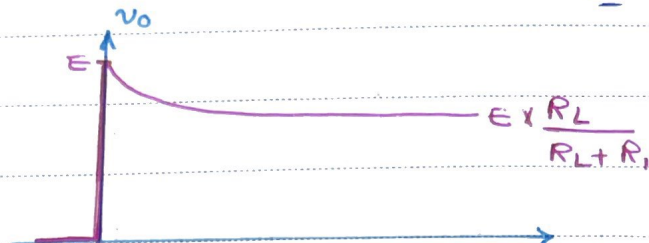
$$= \frac{R_L}{R_L + R_i} \frac{1}{1 + s \frac{C_L R_i R_L}{R_i + R_L}} = \frac{R_L}{R_L + R_i} \frac{1}{1 + sC_L (R_i \parallel R_L)}$$

$$= \frac{R_L}{R_i + R_L} \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}} = \frac{R_L}{R_L + R_i} \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}} \Rightarrow \omega_p = \frac{1}{C_L (R_i \parallel R_L)}$$

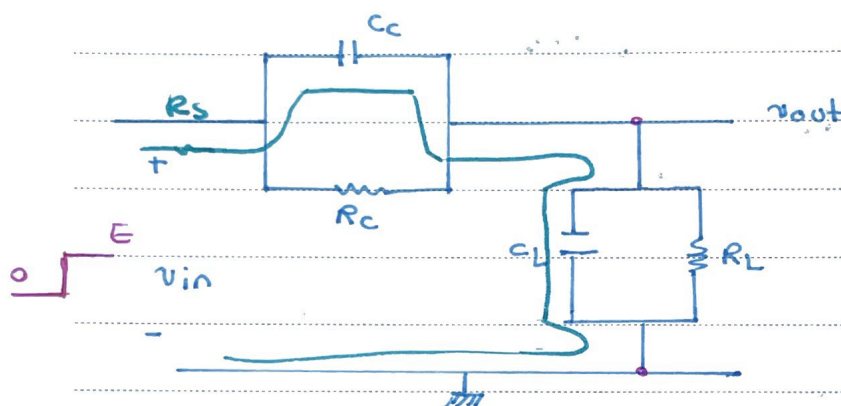
فرض کنید داشته باشیم:



الفاظی که می‌آید به شکل زیر است. به سبب این که می‌خواهیم داشته باشیم و سپس خارج القیاس با فرض شود.



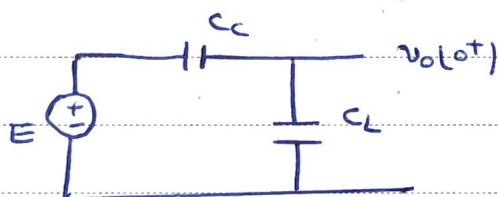
حل می‌داریم به واسطه ی این خازن اثر گذار را می‌بینیم. به سبب این که داریم حل می‌داریم.



$$t=0^-, v_{C_c}(0^-) = v_{C_L}(0^+) = 0$$

$$v_{C_c}(0^+) + v_{C_L}(0^+) = E \rightarrow I_{C_c} = I_{C_L}(0^+)$$

معادله ی شارژ را می‌نویسیم

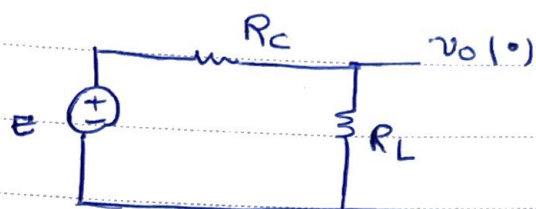


حالت مدار در $t=0^+$

$$\Delta Q = E \times \frac{C_c C_L}{C_c + C_L} = \Delta V_{C_L} C_L$$

$$v_o(0^+) = E \times \frac{C_c}{C_c + C_L}$$

$$\Delta V_{C_L} = \Delta v_{out} =$$



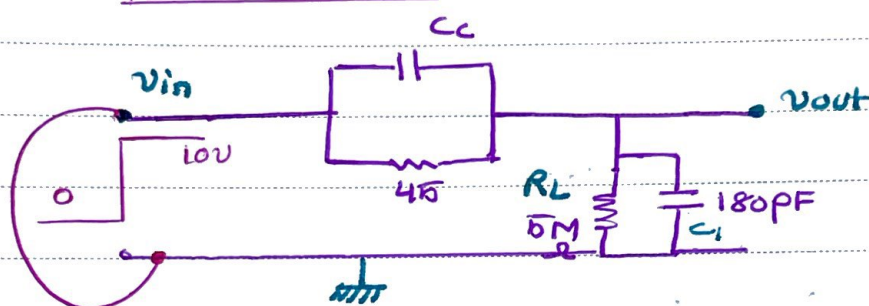
$t = \infty$ مدار متعارف برای

$$v_o(t) = E \times \frac{R_L}{R_L + R_C}$$

$$v_o(t^+) = v_o(t^-), \quad \frac{C_C}{C_C + C_L} = \frac{R_L}{R_L + R_C}$$

$$\cancel{C_C R_L} + C_C R_C = \cancel{C_C R_L} + C_L R_L$$

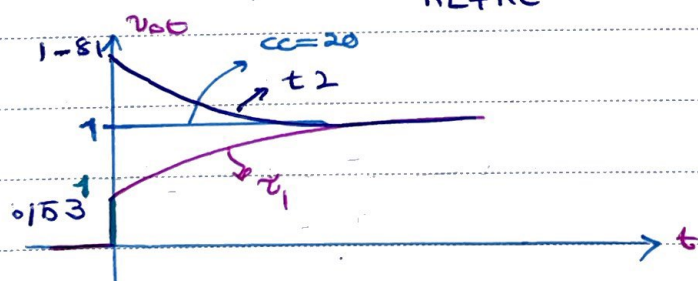
$$C_C R_C = C_L R_L$$



$C_C = 10 \text{ pF}$ (داده)

$$v_{out}(t^+) = E \times \frac{C_C}{C_C + C_L} = 10 \times \frac{10}{10 + 180} = 0.53 \text{ V}$$

$$v_{out}(\infty) = E \times \frac{R_L}{R_L + R_C} = 10 \times \frac{5}{5 + 45} = 1 \text{ V}$$



$$\tau_1 = (C_C + C_L)$$

$$\tau_1 = 190 \text{ pF} \times 4.5 \text{ M}$$

$$= 855 \text{ MS}$$

$$= 0.86 \text{ ms}$$

$$V_o(0^+) = 10 \times \frac{40}{40+180} = 1.82 \text{ V}$$

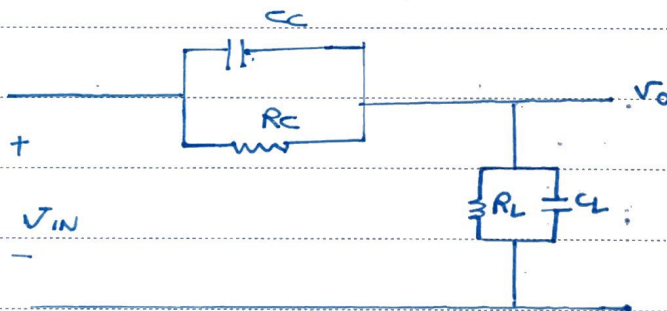
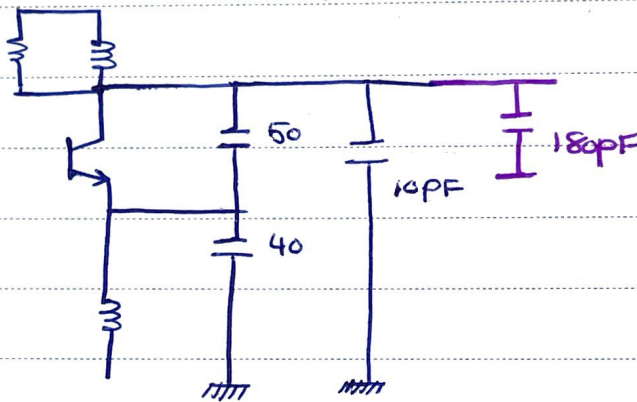
$$C_C = 40 \text{ pF}$$

$$\tau_2 = (C_C + C_L)(R_L \parallel R_C) = 220 \text{ pF} \times 4.5 \text{ M} = \dots$$

2) C_C is the Miller capacitance.

$$R_C C_C = R_L C_L, \quad C_C = \frac{R_L C_L}{R_C}$$

$$C_C = \frac{5 \text{ M} \times 180 \text{ pF}}{45 \text{ M}} = 20 \text{ pF}$$



$$\frac{V_o}{V_{in}} (s) = \frac{\frac{R_L}{1 + sC_L R_L}}{\frac{R_L}{1 + sC_L R_L} + \frac{R_C}{1 + sC_C R_C}} = \frac{R_L (1 + sC_C R_C)}{R_L + sC_C R_C R_L + R_C + sC_L R_L R_C}$$

$$= \frac{R_L}{R_L + R_C} \times \frac{(1 + sC_C R_C)}{1 + s(C_C + C_L)(R_L \parallel R_C)} = \frac{R_L}{R_L + R_C} \frac{1 + s/\omega_z}{1 + s/\omega_p}$$

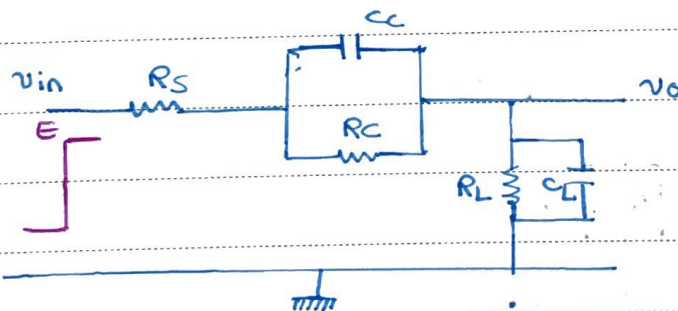
$$\omega_z = \frac{1}{R_C C_C}, \quad \omega_p = \frac{1}{(C_C + C_L)(R_C \parallel R_L)}$$

$$R_C C_C = R_L C_L, \quad V_o(s) = s V_o(s) \quad s \rightarrow \infty$$

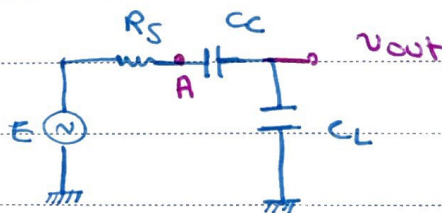
$$\frac{R_L}{R_L + R_C} \frac{C_C R_C (R_C + R_L)}{(C_C + C_L) R_L R_C} = \frac{C_C}{C_C + C_L}$$

$\frac{1}{R_S}$

برای این مدار



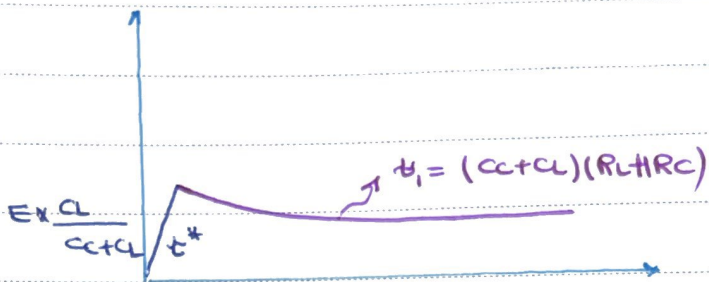
$R_S \ll R_C, R$
 $t = 0^+$



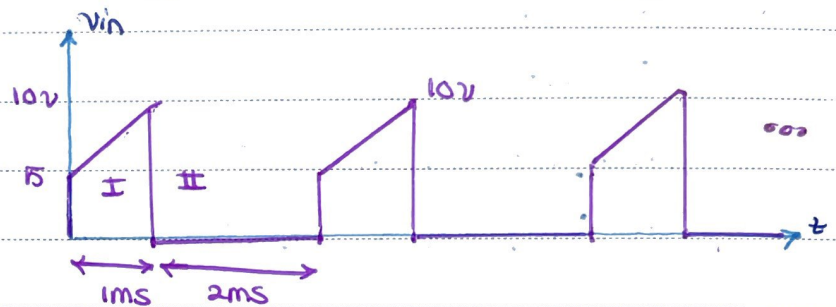
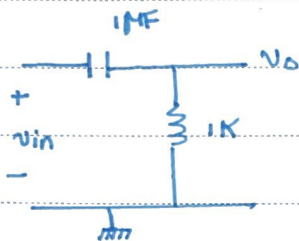
Subject

Date

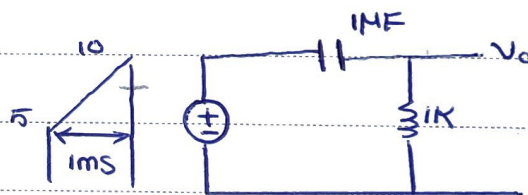
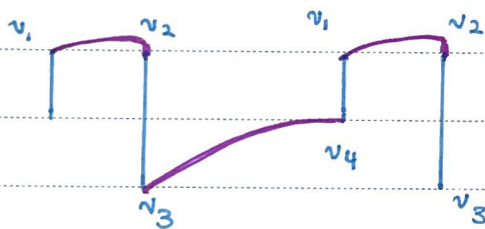
$$\tau^* = R_S \frac{C_C C_L}{C_C + C_L}$$



مثال: با توجه به حالت داخلی را در دسترس زیر بیست آورید



پس از حوس اولی شکل موج خروجی در بازه I مدار مثال به شرح زیر است



$$\frac{dv_o}{dt} + \frac{v_o}{R_C} = \frac{dv_i}{dt}$$

$$R_C = \tau = 1\text{ms}, t: \text{ms}$$

$$\frac{dv_o}{dv_i} = \frac{10-5}{1\text{ms}} = 5 \text{ V/ms}$$

Subject

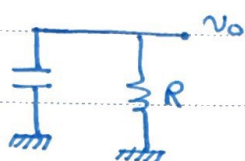
Date

$$v_0 = 5 \rightarrow v_p = A \rightarrow \frac{d}{dt}(A) + A = 5 \rightarrow A = 5$$

$$v_0 = Be^{-t} + 5 \rightarrow v_0(0^+) = v_1 \rightarrow \boxed{v_1 = B + 5}$$

$$v_0(1\text{ms}^+) = v_2 = Be^{-1} + 5 \rightarrow \boxed{0.37B + 5 = v_2}$$

در زمان دستارزده



$$v_0 = Ke^{-t} \quad \text{با فرض اینکه زمان شروع را صفر بگیریم}$$

$$v_0(0^+) = v_3 \rightarrow v_0 = v_3 e^{-t}$$

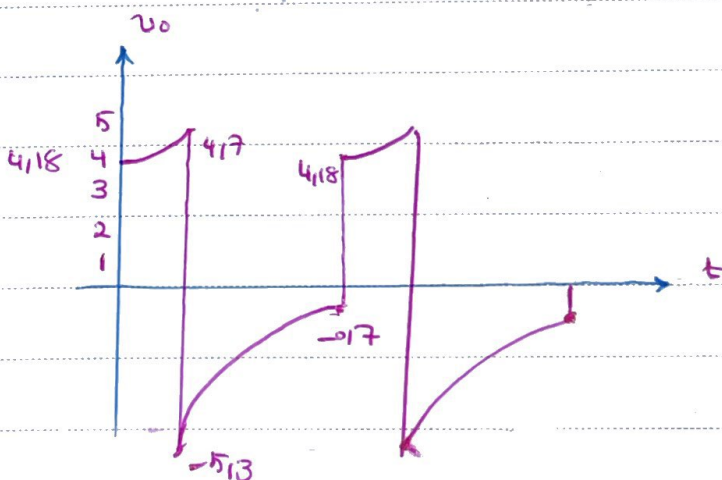
$$v_0(2\text{ms}) = v_4 \rightarrow v_4 = v_3 e^{-2} = 0.135 v_3; \quad \boxed{v_4 = 0.135 v_3}$$

$$\begin{cases} v_4 = 0.135 v_3 \\ 0.37B + 5 = v_2 \\ v_1 = B + 5 \\ v_1 - v_4 = 5 \quad \text{در 1ms} \\ v_2 - v_3 = 10\text{V} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} v_1 = 4.18\text{V} \rightarrow v_2 = 2.17\text{V} \\ v_3 = -5.13 \rightarrow v_4 = -0.81\text{V} \\ B = -0.81 \end{cases}$$

$$\text{I: } v_0 = -0.81 e^{-t/\tau} + 5$$

$$\text{II: } v_0 = -5.13 e^{-\frac{t-1}{1\text{ms}}}$$



Subject

Date

(SW₁)

در فصل دوم

المان های سوئیچ

در مورد

چنین است که در دو المان سوئیچ می توان به هم وصل کرد اما متصل به هم قرار نگیرد نه در آن از دیود بتوان استفاده کرد

OR

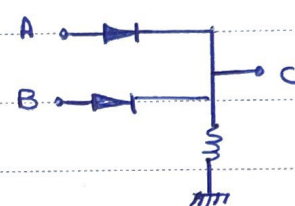
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

هر زمان که A یا B یا C یک باشد

خروجی 1 می شود پس OR

همیشه در ترمینال خروجی 0

خواهر شد که A و B هر دو صفر باشند



AND

A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

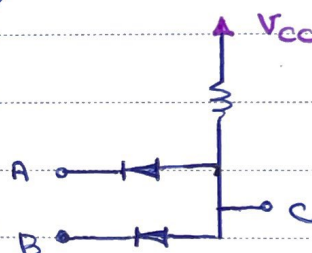
اگر یکی از A یا B صفر باشد

خروجی 0 می شود و فقط

خروجی 1 در 6/10 می شود

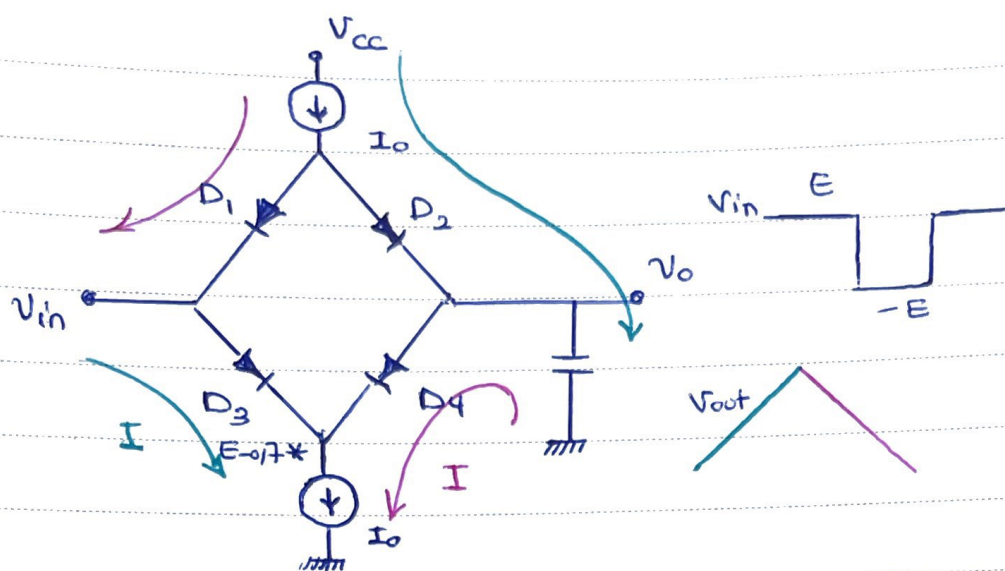
است و ترمینال خروجی

1 می شود که هر دو 1 باشند



بنابراین در دو المان سوئیچ است و المان سوئیچ بر پایه ترانزیستور و دیود ساخته شده اند

ترانزیستور



مثال دیگری

رنگی و

اگر $V_i = E \rightarrow D_2, D_3$ ON
شرط مهم، کدام شدن این است نه: $E > V_{omax}$

فرض $E > V_{omax}$

$-E < V_{omin}$

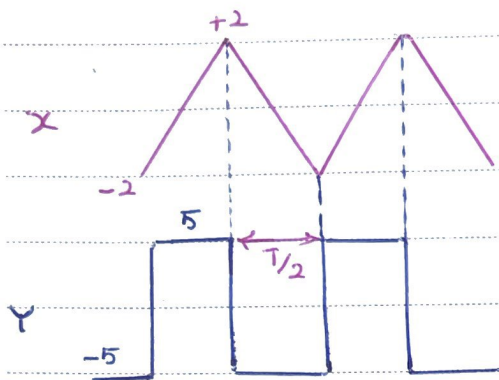
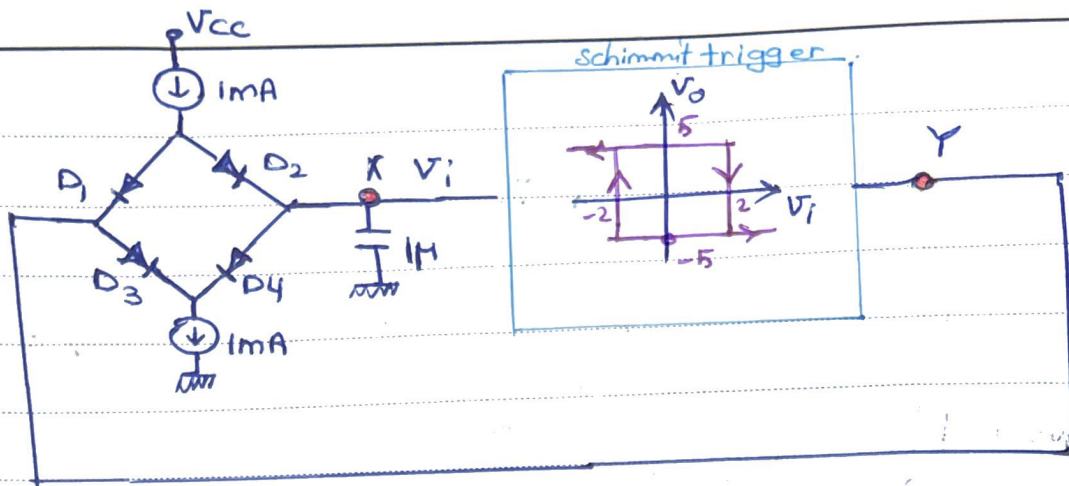
فرضه $V_{in} = V_{omax}$ قرار می دهیم دیود D_1 خاموش می شود چون ولتاژ آنرا به ولتاژ زیاد که متصل کردیم و دیود D_3 کار روشن می شود. ولتاژ نقطه $*$ می شود $E - 0.7$ و دیود D_4 نیز خاموش می شود و مسیر جریان به راه خود را پیدا کرده و خازن را شارژ می کند از طریق D_2

بنابر این ولتاژ V_o به صورت خطی بالا می رود

حال اگر برعکس شود $V_{in} = -E$ شود. بنابر این D_3 خاموش می شود چون آنرا به یک ولتاژ منفی متصل کرده ایم و D_1 هم روشن می شود چون ولتاژ آنرا به منفی ترین ولتاژ مدار متصل کرده ایم. بنابر این از طریق D_4 عمل کرده و خازن را شارژ می کند D_2 نیز قطع است چون ولتاژ منفی روی آن انداخته ایم بنابر این یک ولتاژ مثبت با شیب منفی خواهیم داشت

بنابر این، با استفاده از این مدار دیود I را می توان برای شارژ و دیار برای شارژ خازن استفاده کردیم و سوئیچ کردیم

Subject
Date

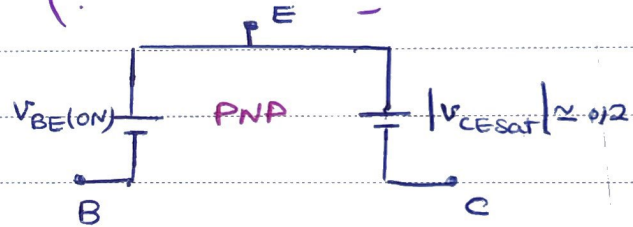
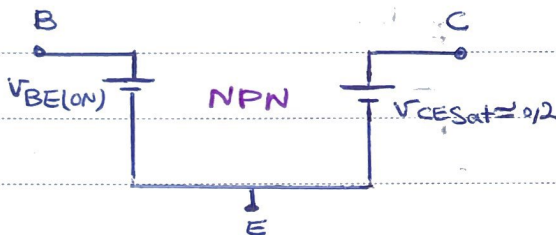


$$C \cdot \Delta V = I \cdot \Delta T$$

$$10^{-6} \times [2 - (-2)] = 10^{-3} \times T/2$$

$$T = 2 \times 4 \times 10^{-3} = 8 \text{ ms}$$

در مدار ساده ترانزیستور BJT دو حالت اشباع



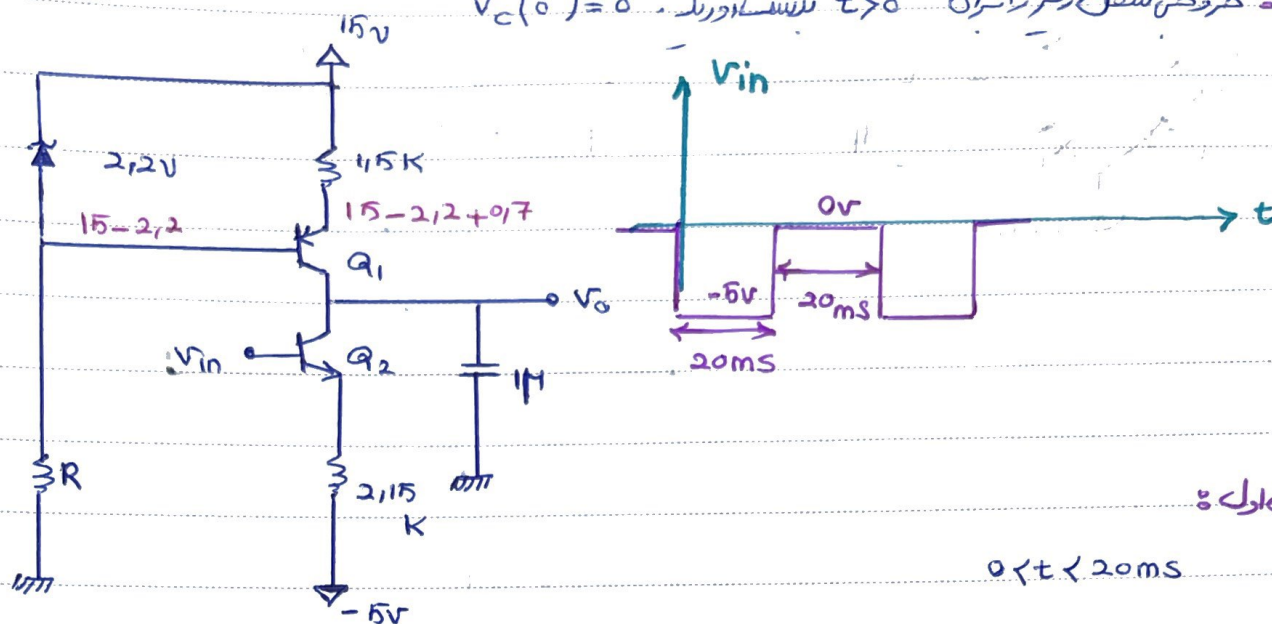
ضریب اشباع

$$m = \frac{\beta I_B}{I_{CSat}}$$

$$I_C \ll \beta I_B$$

همچنین m نیز نسبت به دینامیک ترانزیستور بسیار به اشباع رفته

مثال: خروجی شکل زیر را برای $t > 0$ بیست آورید. $V_C(0^-) = 0$



بازه اول:

$$0 < t < 20\text{ms}$$

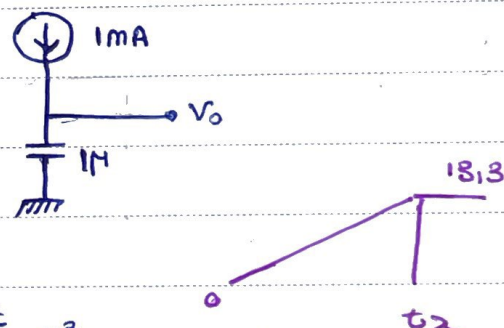
$$Q_2: \text{off}, V_B = -5 \text{ و } V_E = -5$$

در این بازه Q_2 به استایم نرسد داریم:

$$V_{B1} = 15 - 2.2 = 12.8\text{V}$$

$$V_{E1} = 12.8 + 0.7 = 13.5\text{V}$$

$$I_{E1} = \frac{15 - 13.5}{1.5\text{K}} = 1\text{mA}$$



$$V_O = V_{\text{cap}} = V_C(0) + \frac{1}{C} \int I dt = 0 + \frac{1}{10^{-6}} \int_0^t 10^{-3} dt = 1000t$$

$$V_{E1} = 13.5\text{V}$$

اما این در بازه اول Q_1 به استایم می‌رسد؟

بیشترین ولتاژ ممکن در طبقه Q_1 ده تا می‌رسد، به استایم می‌رسد و برابر است با: $13.5 - 0.2 = 13.3\text{V}$

$$13.3 = 1000t \rightarrow t = 13.3\text{ms}$$

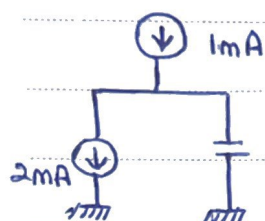
در این زمان Q_1 به استایم می‌رسد، پس برای بازه‌ی $t > 13.3\text{ms}$ باید از مدل استایم ترانسیتور استفاده شود.

استفاده شود

Subject _____

Date _____

از 20ms به بعد



$$V_{B2} = 0, \quad Q_2 = 0N, \quad V_{E2} = 0 - 0,7 = -0,7$$

$$\rightarrow I_{E2} = \frac{-0,7 - (-5)}{2,15K} = 2mA$$

$$I_C = 1 - 2 = -1mA$$

$$V_0 = 13,3 + \frac{1}{10^{-6}} \int_{20ms}^t (-10^{-3}) dt = 13,3 - 1000(t - 20ms)$$

شرط قطع بودن

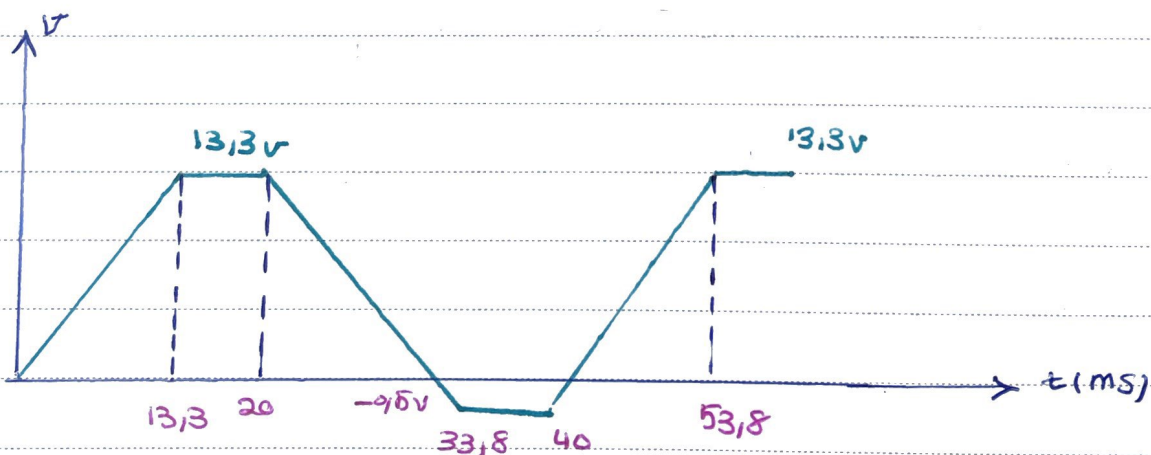
از لحاظ بار در این بازه بار اضافه می شود

$$V_{E2} = 0,7$$

$$V_{C2} > (-0,7 + 0,2) \rightarrow V_{C2} > -0,5$$

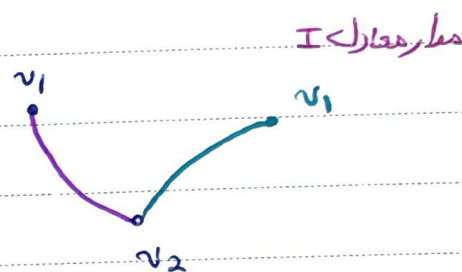
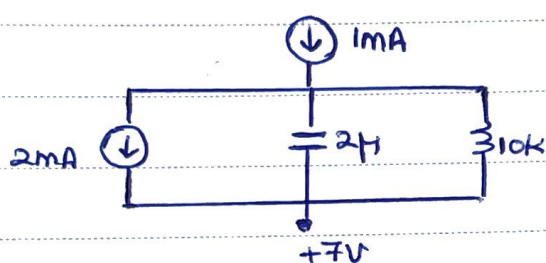
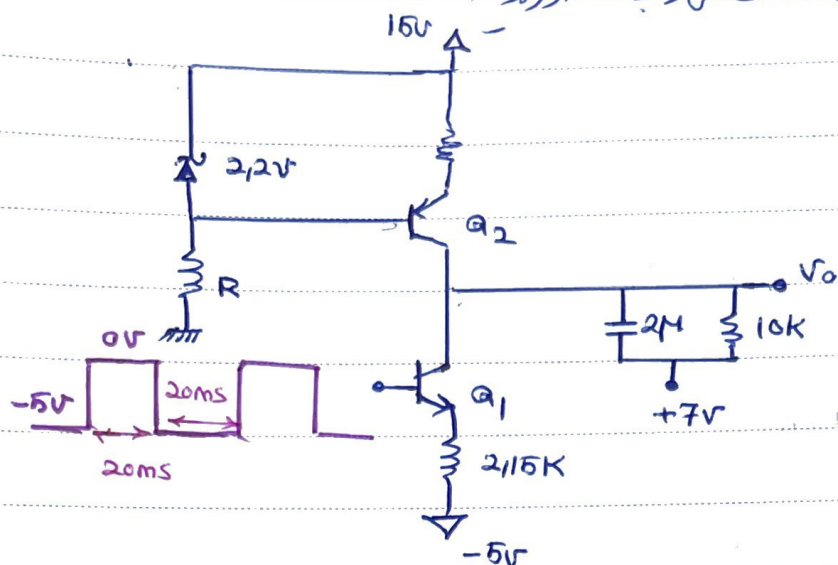
$$V_{01} = -0,5 = 13,3 - 1000(t_2 - 20ms)$$

$$t_2 = 13,8 + 20 = 33,8 ms$$



PAPCO

مثال ۵ در شکل بدهم بر روی ریزر حالت داینامی را بدست آورید



$I_{Q1} \text{ \& } Q2 : ON$

$$V_0(0^+) = V_1$$

$$V_0(\infty) = 7 - 10 \times 1 = -3V$$

$$V_0(t) = -3 + (V_1 - (-3))e^{-t/\tau}, \tau = 10K \times 2\mu F = 20ms$$

$$V_0(20ms) = -3 + (V_1 + 3)e^{-1} = -3 + 0.37V_1 + 1.1$$

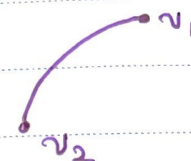
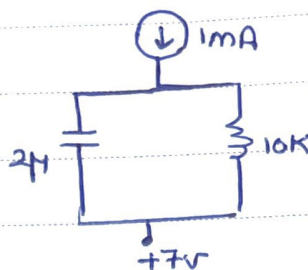
$$-2.9 + 0.37V_1 = V_2$$

8.67

Subject

Date

مادر معادل II :



$$V_o(0^+) = V_2$$

$$V_o(\infty) = (1 \times 10) + 7 = 17V$$

$$V_o = 17 + (V_2 - 17)e^{-t/\tau}$$

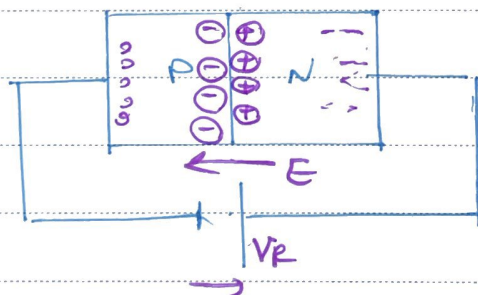
$$V_o(20ms) = V_1 = 17 + (V_2 - 17)(0.37)$$

$$10.71 + 0.37V_2 = V_1$$

$$\begin{cases} V_1 - 0.37V_2 = 10.71 \\ V_2 - 0.37V_1 = -2.9 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V_1 = 11.16V < 13.3 \\ V_2 = 11.23V > -0.5 \end{cases}$$

اطلاع کامل شود

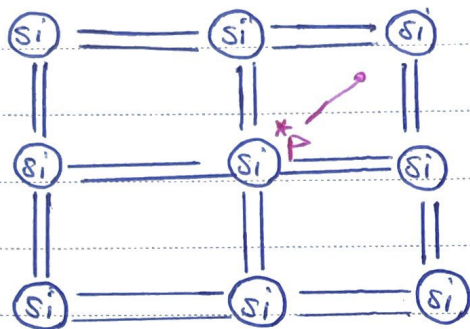
مثلاً این P-N junction را در این شکل قرار دادیم در این حالت نیمه رسانای P دارای حاملان خالی و نیمه رسانای N دارای حاملان الکترون است. ما در این جا هر یک از این دو را با یک مدار الکتریکی نشان می دهیم. در نیمه رسانای P حاملان خالی را با علامت + نشان می دهیم و در نیمه رسانای N حاملان الکترون را با علامت - نشان می دهیم. اگر هم حوزه ای در این دو نیمه رسانا باشد به سرعت بخاطر میدان الکتریکی E^- جابجا می شوند.



در ادامه این قسمت کتب سوالات و جوابات در حد 47 و بررسی زمان روشن شدن دیود در حد 48 مطالعه شود.

حکیم ۶: مرور کلی و پایه‌های نیمه‌هادی در زمان کوانتیزاسیون (SW2)

نیمه‌هادی‌ها: نیمه‌هادی‌ها دارای خاصیتی هستند که در دمای اتاق، رسانایی آن‌ها بین رسانای فلزی و عایق قرار دارد. این خاصیت به دلیل وجود شکاف انرژی در بندهای آن‌ها است. در دمای بالا، انرژی حرارتی می‌تواند الکترون‌ها را از بندهای پُر به بندهای خالی برساند و این امر باعث افزایش رسانایی می‌گردد. همچنین، با افزودن ناخالصی‌ها (دوپینگ)، می‌توان رسانایی آن‌ها را به‌طور قابل توجهی افزایش داد.



برای مثال Si^* دارای ۴ الکترون است که ۴ پیوند را تشکیل می‌دهد. بنا بر این، در صورت قطع شدن یکی از پیوندها، یک حفره (hole) ایجاد می‌شود. این حفره می‌تواند به عنوان یک حامل بار مثبت در نظر گرفته شود.

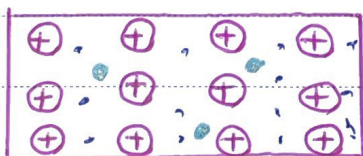
بنابراین، در صورت افزودن ناخالصی‌هایی که دارای الکترون آزاد هستند (مانند فسفر)، رسانایی افزایش می‌یابد. در مقابل، افزودن ناخالصی‌هایی که دارای حفره هستند (مانند بور)، رسانایی را به گونه دیگری افزایش می‌دهد. این دو نوع ناخالصی به نیمه‌هادی‌های N و P معروفند.

حفره و الکترونها $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ electron/cm}^3$ برای Si

ناخالصی‌های دانه‌ای (grain) می‌توانند به دلیل وجود ناخالصی‌ها، رسانایی خود را افزایش دهند. در نیمه‌هادی‌های N، ناخالصی‌هایی که دارای الکترون اضافی هستند (مانند فسفر) اضافه می‌شوند.

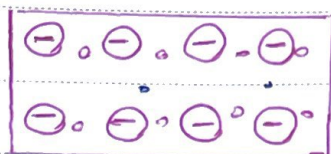
تعداد الکترون‌ها $n = N_D$ و تعداد حفره‌ها $p = \frac{n_i^2}{N_D}$

فسفر با افزودن الکترون + می‌تواند به این صورت تصور شود. نیمه‌هادی‌های N به شکل زیر است:



$N_D = 2 \times 10^{15}$
 $10^{16} \rightarrow 10^{15}$

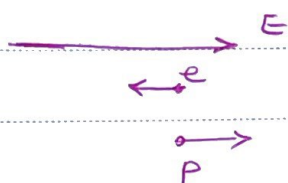
در نیمه‌های نوع P، ترانزیستورهای اقلیت و در این نوع، اکثریت حاملان بار هستند و در این نوع، اکثریت حاملان بار هستند و در این نوع، اکثریت حاملان بار هستند.



$$P_p \approx N_A \quad n_p \approx \frac{n_i^2}{N_A}$$

در نوع جریان در نیمه‌های هادی: ۱. جریان در جهت ۲. جریان نفوذی

۱. جریان در جهت ۲. جریان نفوذی



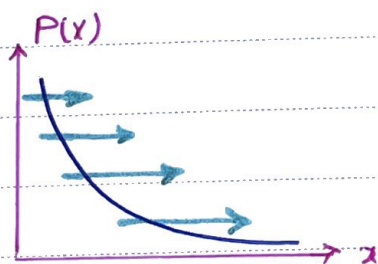
در جهت E اعمال شدیم شکل بریم و در جهت E هادی ها برآید
بارهای مثبت و منفی و در جهت E هادی ها برآید
در جهت الکتریکی متناسب با n و p است
در جهت E برآید و در جهت E برآید

$$v_n = \mu_n E \quad v_p = \mu_p E$$

$$j = q (p \mu_p + n \mu_n E)$$

جریان

۱. جریان نفوذی ۲. اکثریت حاملان بار



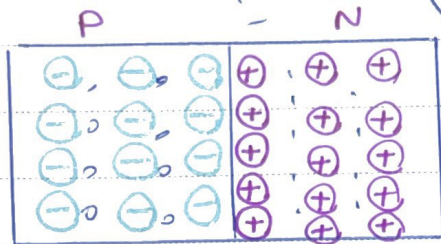
$$j_p = -q D_p \frac{dp}{dx}$$

$$j_n = q D_n \frac{dn}{dx}$$

Subject

Date

حال فرض کنید نیمه هادی نوع P را به نیمه هادی نوع N متصل می‌کنیم:

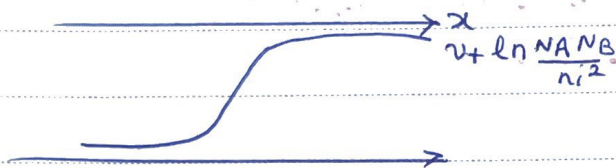


نیمه هادی نوع N: الکترون‌های (+)

نیمه هادی نوع P: (+) و (-)

الکترون‌ها و حفره‌ها در مرکز بلور قرار می‌گیرند و در نتیجه یک میدان الکتریکی در بلور ایجاد می‌شود.

میدان الکتریکی در بلور وجود دارد و در نتیجه حفره‌ها به مقدار کمتری در سمت راست و الکترون‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند.



در این حالت ۲ مدل داریم: ۱. مدل نیمه هادی نوع N: با فرض اینکه در این مدل، حفره‌ها به مقدار کمتری در سمت راست و الکترون‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند.

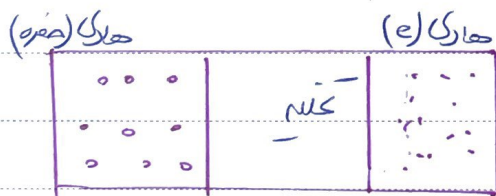


۲. مدل نیمه هادی نوع P: با فرض اینکه در این مدل، حفره‌ها به مقدار کمتری در سمت راست و الکترون‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند.

۱۲. در حالت اول، در نیمه هادی نوع N، الکترون‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند و حفره‌ها به سمت راست. در نتیجه یک میدان الکتریکی در بلور ایجاد می‌شود.

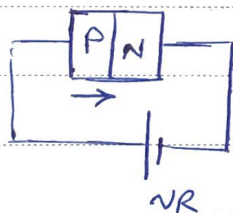
در حالت دوم، در نیمه هادی نوع P، حفره‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند و الکترون‌ها به سمت راست. در نتیجه یک میدان الکتریکی در بلور ایجاد می‌شود.

۱۳. حفره‌ها به سمت چپ حرکت می‌کنند و الکترون‌ها به سمت راست. در نتیجه یک میدان الکتریکی در بلور ایجاد می‌شود.



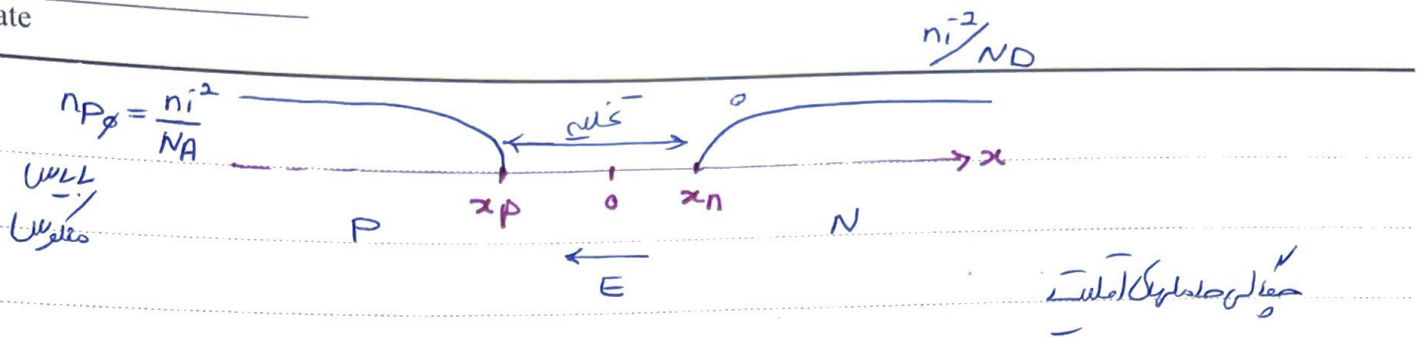
$$C_J = \frac{C_{J0}}{\sqrt{1 + \frac{V_R}{\phi}}}$$

حال در این سیستم داریم:

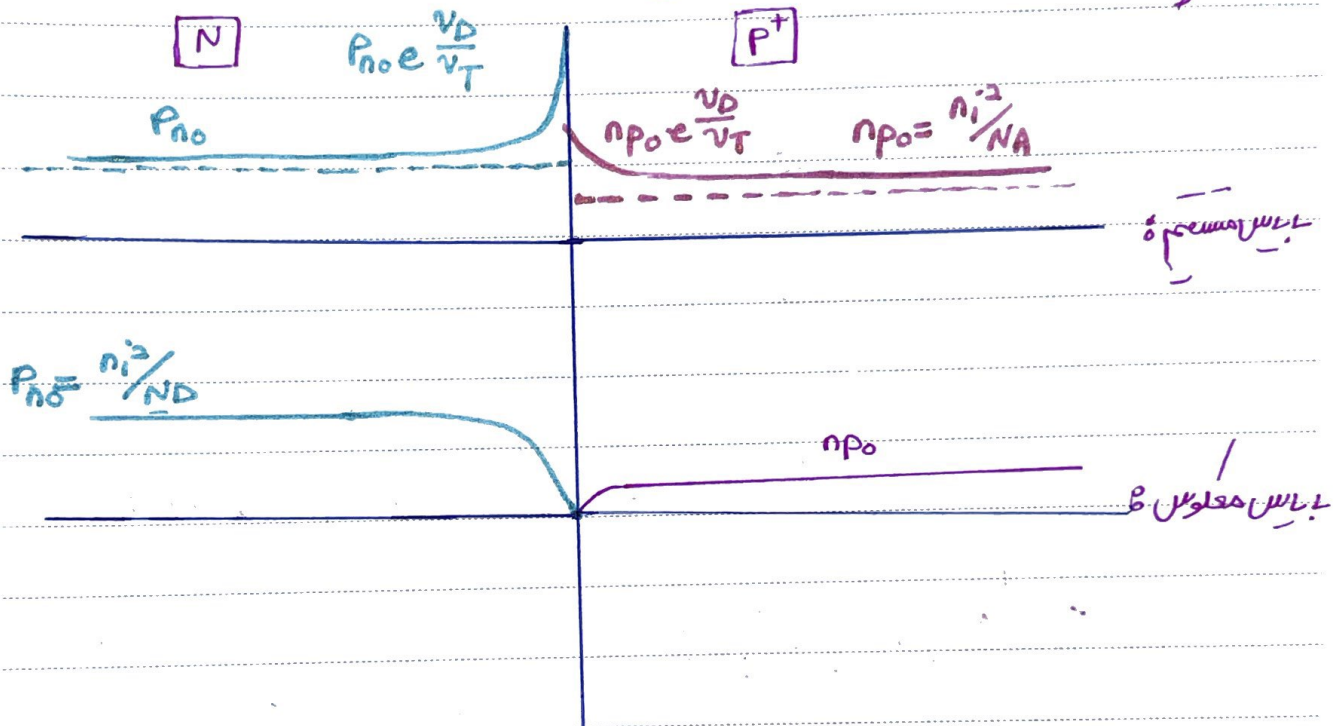


Subject _____

Date _____



سوختن دیواره بر روی سطح حامل در حالت پایدار (در P^+N)



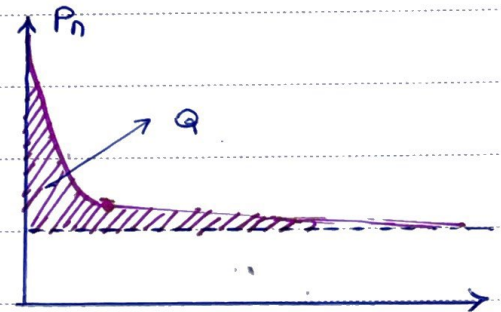
ما سهم بار زن را در سمت راست و سهم بار مثبت را در سمت چپ فرض می‌کنیم و به عنوان حاصل می‌گیریم

$$P(x) = P_{n0} + [P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} - P_{n0}] e^{-\frac{x}{L_D}}$$

$$J_P = -q D_P \frac{\partial P}{\partial x} = q \frac{D_P}{L_D} [P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} - P_{n0}] e^{-\frac{x}{L_D}}$$

$$I(x=0) = I(x=\infty) = A J_P(0)$$

$$I_D = q A \frac{D_P}{L_D} [P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} - P_{n0}] e^{-\frac{x}{L_D}} \Big|_{x=0} \approx q A \frac{D_P P_{n0}}{L_D} e^{\frac{V_D}{V_T}} = q \frac{D_P n_i^2}{N_D L_D} e^{\frac{V_D}{V_T}}$$



Subject

Date

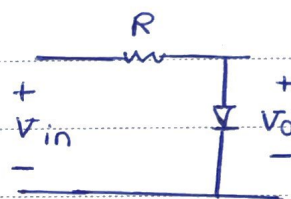
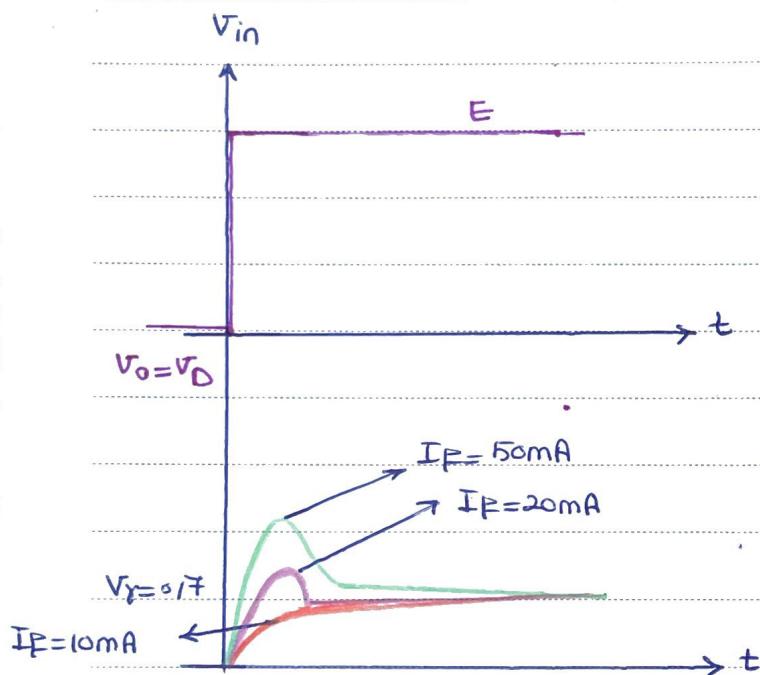
$$Q = A \cdot q \int_0^\infty [P(x) - P_{n0}] dx = A \cdot q \int_0^\infty [P_{n0} + [P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} - P_{n0}] e^{-\frac{x}{L_D}} - P_{n0}] dx =$$

$$A \cdot q \int_0^\infty [P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} - P_{n0}] e^{-\frac{x}{L_D}} dx$$

$$Q \approx A \cdot q \int_0^\infty P_{n0} e^{\frac{V_D}{V_T}} e^{-\frac{x}{L_D}} dx = -A \cdot q \frac{L_D \cdot n_i^2}{N_D} e^{\frac{V_D}{V_T}} \left[e^{-\frac{x}{L_D}} \right]_0^\infty = A \cdot q \frac{L_D \cdot n_i^2}{N_D} e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

$$Q = \frac{A q n_i^2 D_p}{N_D L_D} e^{\frac{V_D}{V_T}} \frac{L_D^2}{D_p} = I_D \frac{L_D^2}{D_p} \rightarrow \tau = \frac{L_D^2}{D_p}, L_D = \sqrt{D_p \tau_p} \rightarrow Q = \tau I_F$$

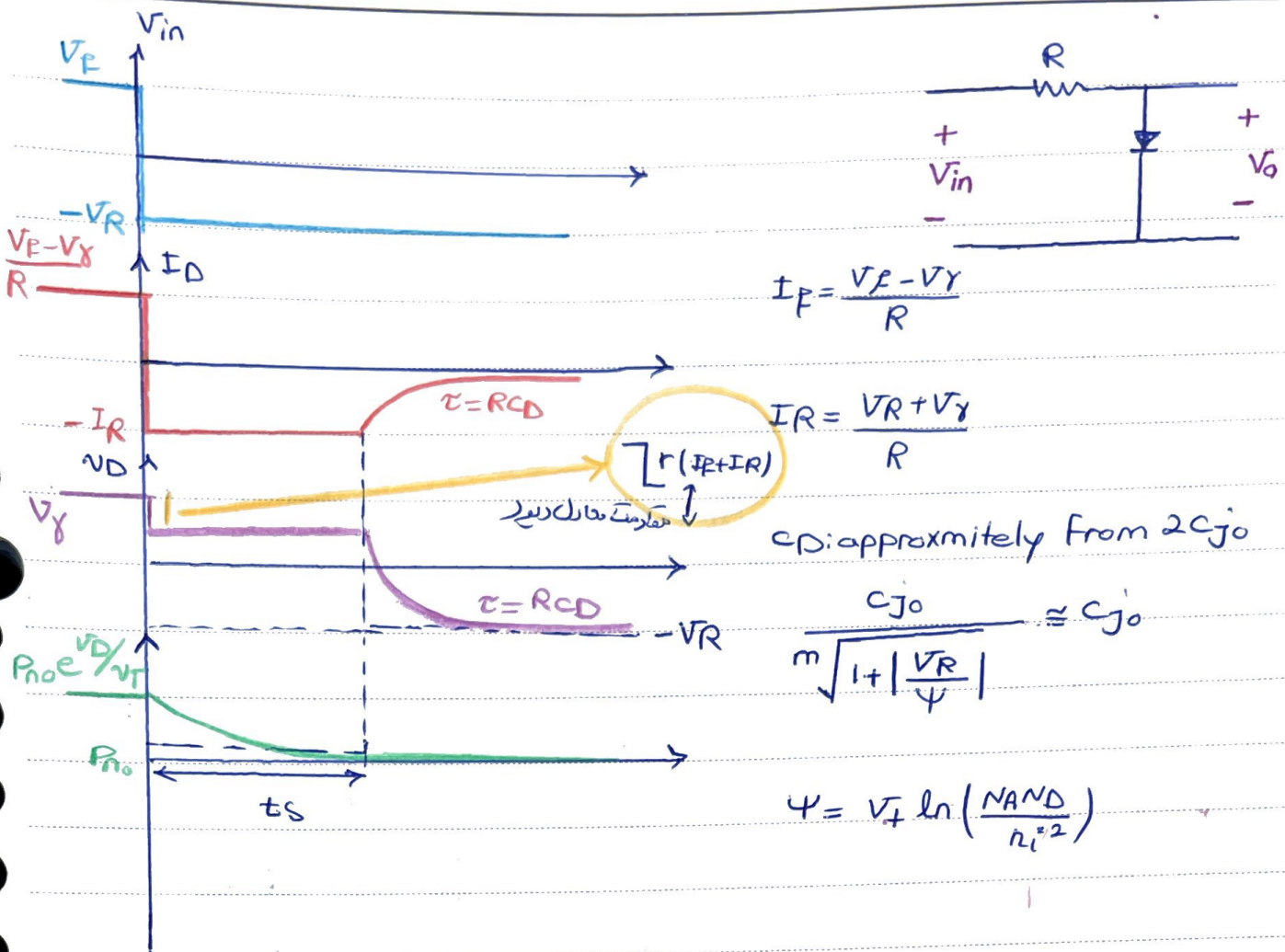
در برش زمان روشن شدن دیود



Subject

Date

در زمان بار زنی معکوس



در حالت بار زنی معکوس

$$\frac{dQ}{dt} \propto Q, \quad \frac{dQ}{dt} = -\frac{Q}{\tau} \rightarrow \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau} = 0$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau} = -I_R$$

$$Q(0^+) = I_F \tau$$

$$Q(\infty) = -I_R \tau$$

این معادله یک معادله دیفرانسیل است. $Q=0$ شروع بار زنی است.

$$Q(t) = -I_R \tau + (I_F \tau - (-I_R \tau)) e^{-t/\tau} = -I_R \tau + (I_F \tau + I_R \tau) e^{-t/\tau}$$

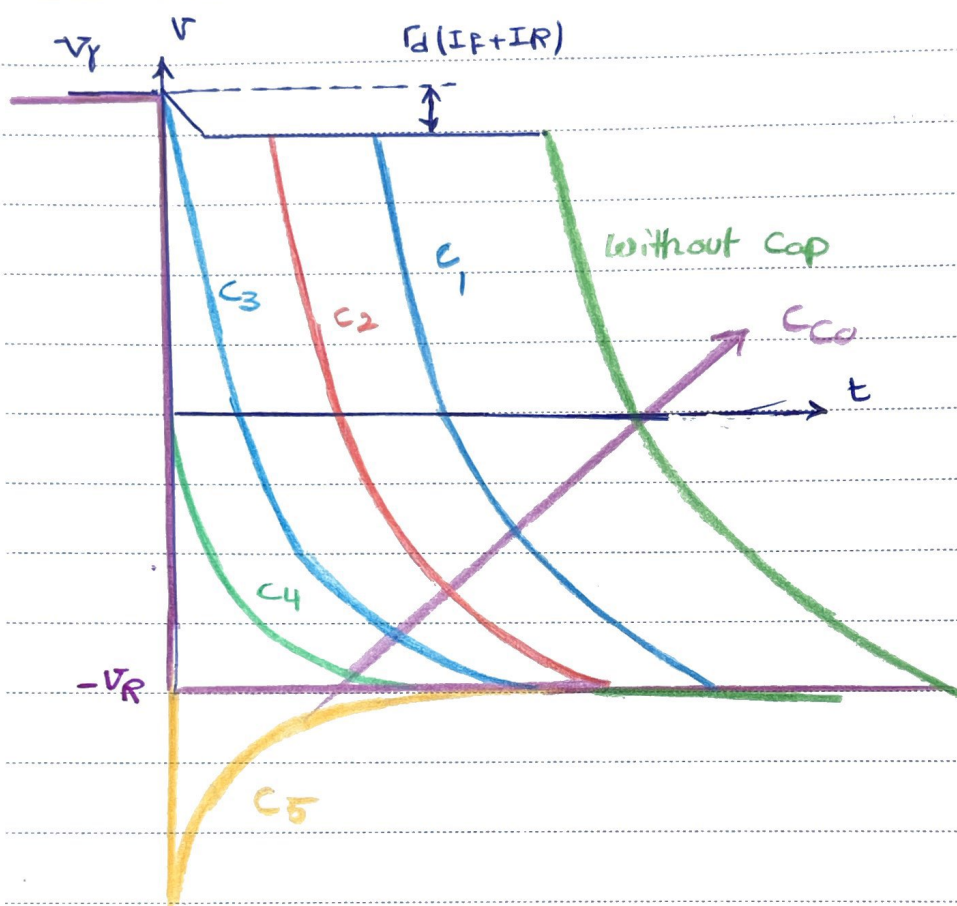
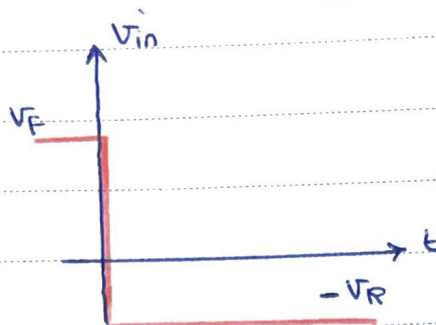
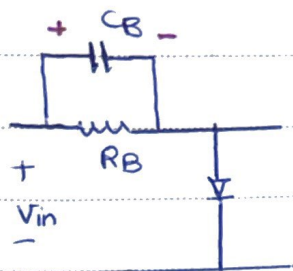
$$Q(t) = 0 \rightarrow t_s = \tau \ln \left(1 + \frac{I_F}{I_R} \right) \quad \text{Saturation Time}$$

Subject

Date

به جبران ساری زمان ظهورش شتاب دیود

$$V_F = 0.6$$



$$C_5 > C_0 > C_4 > C_3 > C_2 > C_1 \quad I_F = \frac{V_F - V_F}{R}$$

$$C_j = C_0, \quad Q_t = I_F \tau + C_0 (V_F - (-V_R))$$

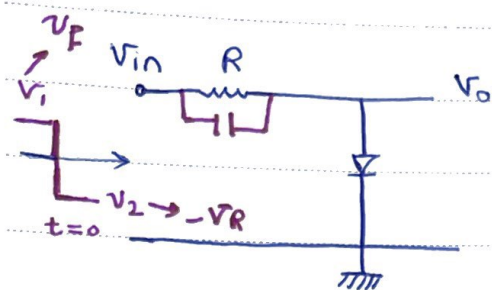
$$C_0 (V_F - V_F) = \frac{V_F - V_F}{R} \tau + C_0 (V_F + V_R)$$

این معادله را برای پیدا کردن زمان استفاده می‌کنیم

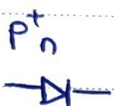
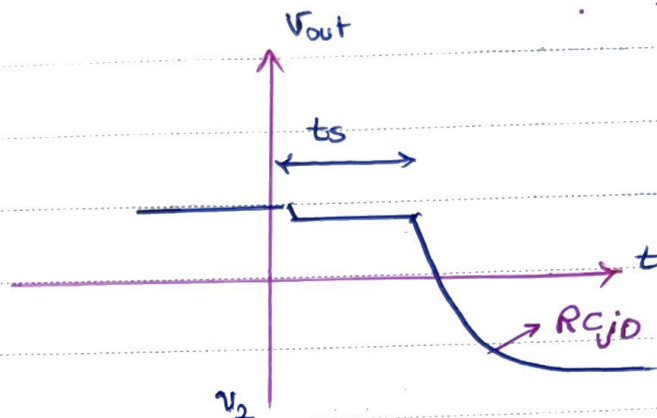
Subject

Date

جلسه ۷: خازن غیرانبار در سوئیچینگ (SW3)



« فرقی بر حلقه قبلی »



$$Q = \tau_D I_D$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau_D} = I_D, \quad Q(0^+) = \frac{V_1 - 0.6}{R} \tau_D$$

$$Q(\infty) = \frac{V_2 - 0.6}{R} \tau_D \quad Q(t_s) = 0$$

مانند خازن هستیم این حالت را برای ما می‌پرسند. برای این خازن به مدار ما سرتیغ می‌کنند در صفر هست

او که باید بتواند Q کامل را از مدار خارج کند. این مقدار برابر $\tau_D I_F$ است.

و خازن را نیز باید بتواند براندازد.

در حالت ایده‌آل مانند خازن هستیم. فرقی از 0.6 برسد V_2

$$\Delta Q = (V_F - 0.6) C_C - 0$$

$$(V_F - 0.6) C_C = \frac{V_F - 0.6}{R} \tau_D + C_{JD} (0.6 - (-V_R))$$

الامه طالبه حضرتي صلى الله عليه وسلم :

بر فرض اینکه C_x خارجی است V_{in} را به بار می‌کنیم (در واقع زمان استایم این صفر می‌باشد) $C_x = ?$ $t_s = 0$

۴۰۰

$$V_0(0^+) = V_f \quad \therefore$$

$$C_X (V_F + V_R) = \frac{V_F - V_R}{R} \tau$$

if $c_c < c_x^2$

$$Q' = I_F \tau - C_C (V_F + V_R) = I_F \tau \rightarrow t'_S = \tau \ln \left(1 + \frac{I_F'}{I_F} \right)$$

$$\Delta Q = (V_F - (-V_R)) C_X = (V_F + V_R) C_X$$

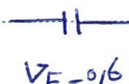
$$Q_{C_1}(0^-) = (V_F - 0.6) C_{C_1}, \quad Q_{C_1}(0^+) = (-V_R - 0.6) C_{C_1}$$

$$\Delta Q = (V_F + V_R) C_X = \frac{V_F - 0.6}{R} \tau_D$$

if $c_c > c_k : V_x = V_D(0^+)$

$$C_C((V_F - 0,6) - (-V_R - V_X)) = 2IF + CD(0,6 - V_X)$$

خازن محاسبان



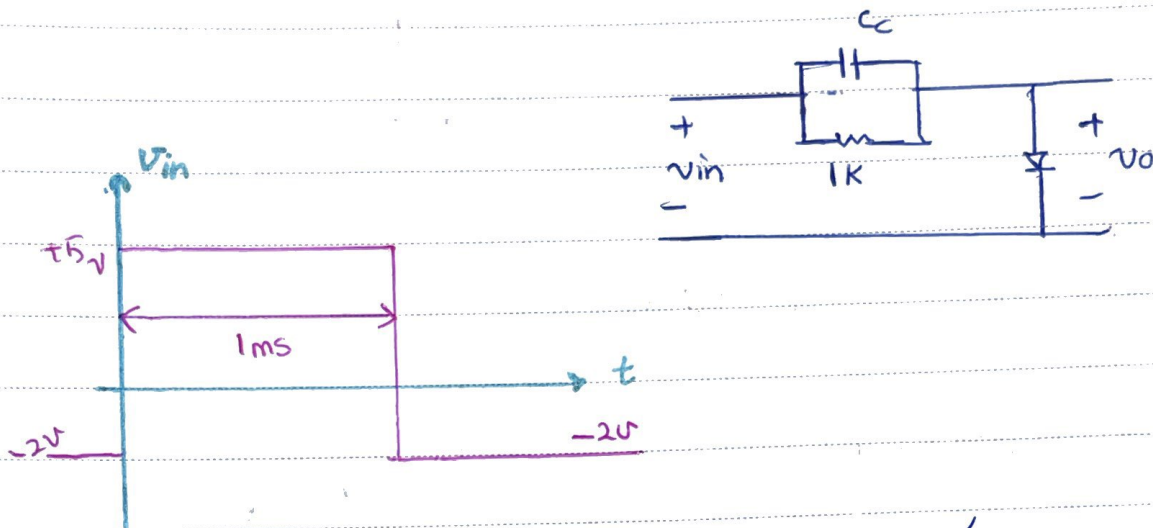
Subject

Date

مثال: شغل زیر در مدارهای مختلف C به دست آورده و در دسترس است.

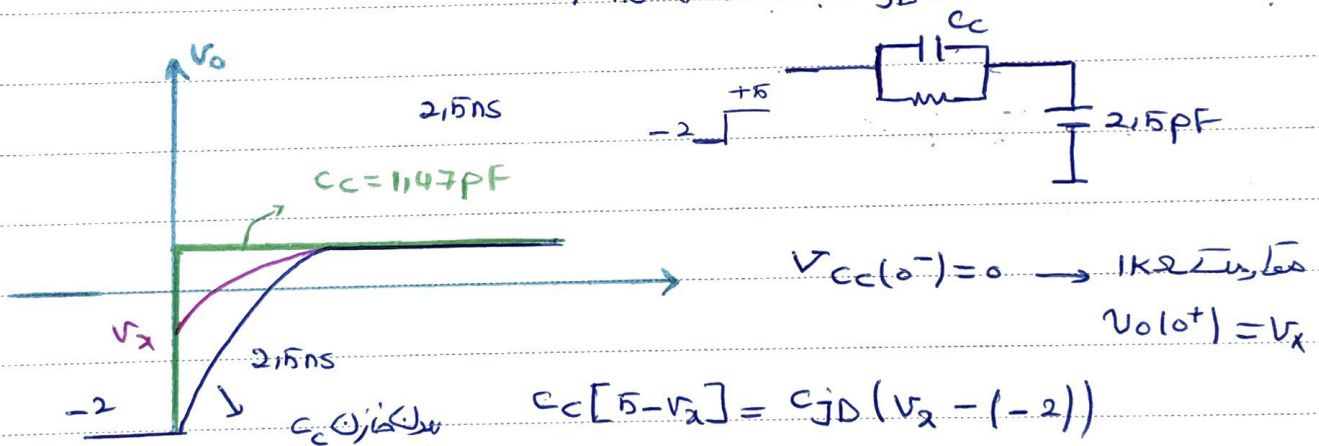
$$C_{JD} = 2.5 \text{ pF} \quad \tau_D = 5 \text{ ns} \quad V_{D(on)} = 0.6 \text{ V}$$

$$C_{C1} = \phi \text{ (بدون خازن)} \quad C_{C2} = 2 \text{ pF} \quad C_{C3} = 44 \text{ pF} \quad C_{C4} = 14 \text{ pF}$$



زمان روشن شدن فقط به خازن وابسته است

بدون خازن، $C_{JD} \times 1 \text{ K} \Omega$ به دست می آید زمان 2.5 ns



For $v_x = 0.6$ (ideal situation)

$$44 \quad C_C = 2.5 \times 2.6 \rightarrow C_C = \frac{2.5 \times 2.6}{4.4} = 1.47 \text{ pF}$$

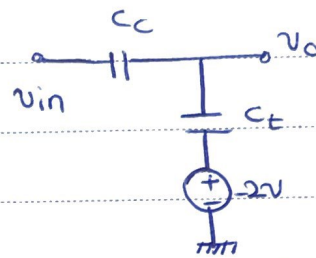
Subject

Date

For $C_C < 1147 \text{ pF}$; τ From V_2 to 0.6 is $(C_C + C_{JD}) R \xrightarrow{1K\Omega}$
 For $C_C > 1147 \text{ pF}$ $V_0(0^+) \approx 0.6$ with Small overshoot

$$V_0(0^+) = (V_i(0^+) - (-2)) \frac{C_C}{C_C + C_J} + (-2)$$

$$C_C = 2 \text{ pF} \rightarrow V_0(0^+) = 7 \frac{2}{2+2.5} - 2 = 1.1 \text{ V}$$



رسانه

زمان خاموشی

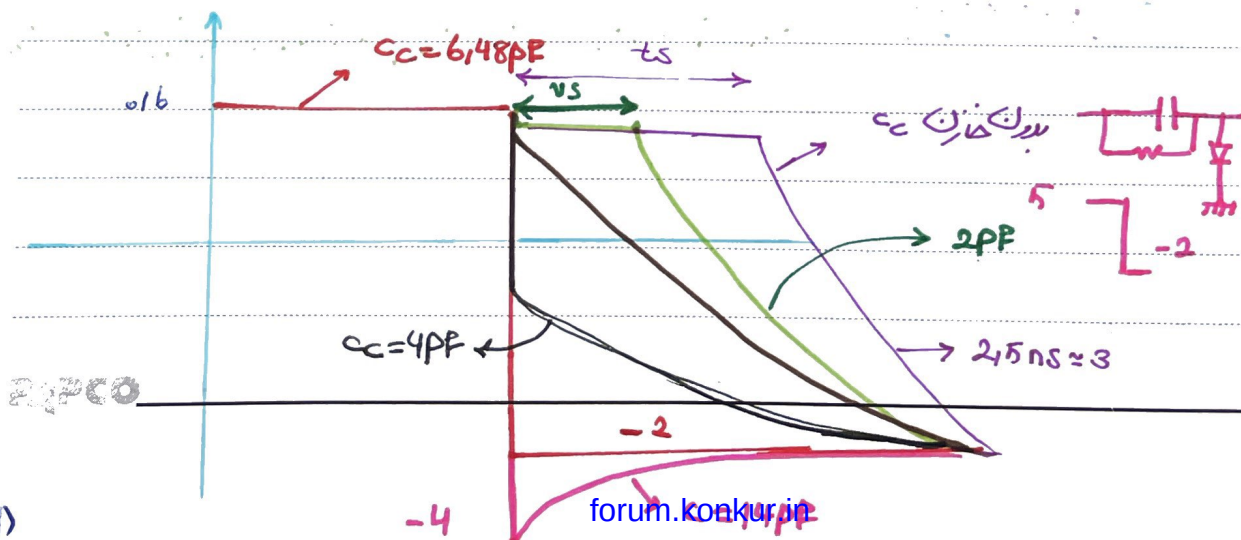
$$Q = I_F \times \tau ; I_F = \frac{5 - 0.6}{1K} = 4.4 \text{ mA}$$

$$Q = 5 \times 4 = 22 \text{ pC}$$

الف) تعیین باران C_C با استفاده از معادله زیر

$$C_C (5 - 0.6) = 22 \text{ pC} + C_{JD} (0.6 - (-2))$$

$$4.4 C_C = 22 + 2.5 \times 2.6 \Rightarrow C_C = 6.48 \text{ pF}$$



برون حازن

$$t_s = t_D \ln\left(1 + \frac{I_F}{I_R}\right), \quad |I_R| = \frac{0.6 - (-2)}{1K} = 2.6 \text{ mA}$$

$$t_s = 5n \ln\left(1 + \frac{4.4}{2.6}\right) = 4.95 \text{ ns}$$

بسیار در درون مقدار حازن C_c و C_D را از این t_s صفر می‌شود.

$$C_c(15 - 0.6) - (-2 - 0.6) = \Delta Q_{in} = C_c(7) = 22 \text{ pF}$$

$$C_c = 3.14 \text{ pF}$$

$$\text{if } C_c < 3.14 \rightarrow t_s \neq 0$$

$$\text{if } 3.14 < C_c < 6.48$$

$$\text{if } C_c > 6.48$$

-2

$$\text{if } C_c = 2 \text{ pF}$$

$$\Delta Q = (5 - (-2)) \times 2 \text{ pF} = 14 \text{ pC}$$

$$Q_D = 22 - 14 = 8 \text{ pC} \triangleq I_F'$$

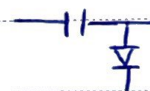
$$8 = I_F' \times 5 \rightarrow I_F' = 1.6 \text{ mA}$$

$$\rightarrow t_s' = \tau \ln\left(1 + \frac{I_F'}{I_R}\right) = 5 \ln\left(1 + \frac{1.6}{2.6}\right) = 2.39 \text{ ns}$$

 t_s حین ولتاژ

$$C_c = 4 \text{ pF}$$

$$3.14 < 4 < 6.48$$



0.6

 v_x $(C_c + C_D)R$

-2

$$C_c(15 - 0.6) - (-2 - v_x) = \Delta Q_{in}$$

$$C_c((v_F - 0.6) - (v_R - v_x)) = \tau I_F + C_{j0}(0.6 - v_x)$$

$$4[6.4 + v_x] = 22 \text{ pC} + C_{j0}(0.6 - v_x)$$

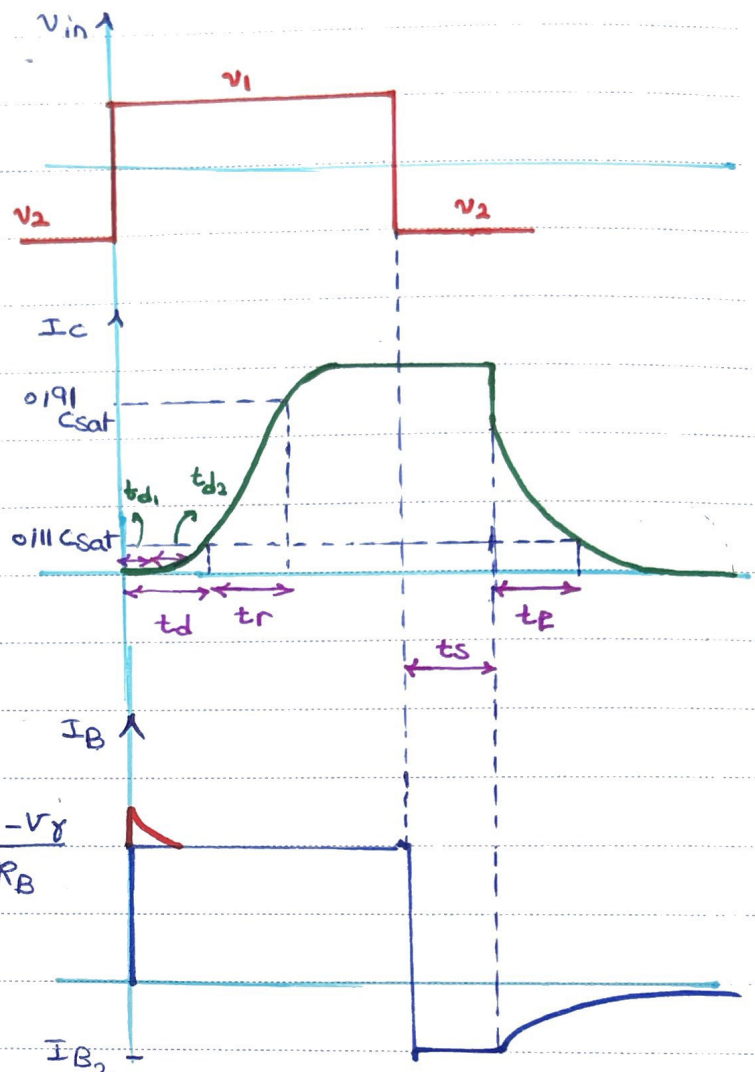
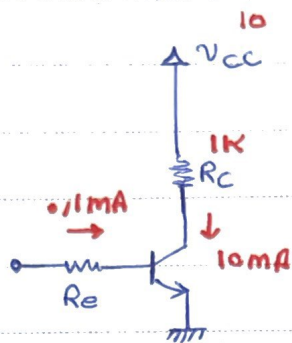
$$25.6 + 4v_x = 22 + 2.5(0.6 - v_x)$$

$$2.1 = -6.5v_x \rightarrow v_x = -0.32 \text{ V}$$

$$C_c = 14 \text{ pF} \rightarrow v_x = -4 \text{ V}$$

در اینجا این جیس بر روی یک قطب وصل این مدار خازن و دیود دارد و به صورت دیگری این مدار را ترسیم می‌کنیم.

بررسی زمان های قطع و وصلی ترانزیستور BJT



$$I_{B1} = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_B} \approx \frac{V_1}{R_B}$$

$$I_{B2} = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_B} \approx \frac{V_2}{R_B}$$

$$N_1 = \frac{I_{B1}}{\frac{I_{Csat}}{\beta}}$$

$$I_{BA} = \frac{I_{Csat}}{\beta}$$

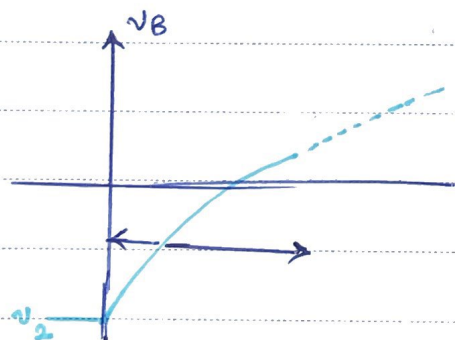
$$N_2 = \frac{|I_{B2}|}{\frac{I_{Csat}}{\beta}}$$

$$I_{B1} = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_B}$$

$$t_{on} = t_r + t_d$$

$$t_{off} = t_s + t_f$$

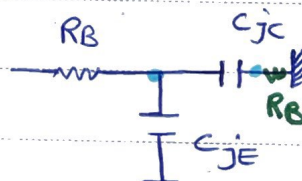
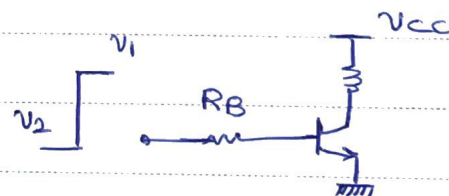
t_{d1} : مدت زمانی که طول می کشد تا ولتاژ V_{BE} از V_2 به V_1 برسد.



$$v_B(\infty) = V_1$$

$$v_B(0^+) = V_2$$

$$(R_B + r_x)(C_{JE} + C_{JC})$$



$$R_B \gg R_C$$

$$R_{CC} \ll$$

$$V_b(0^+) = V_2, V_b(\infty) = V_1$$

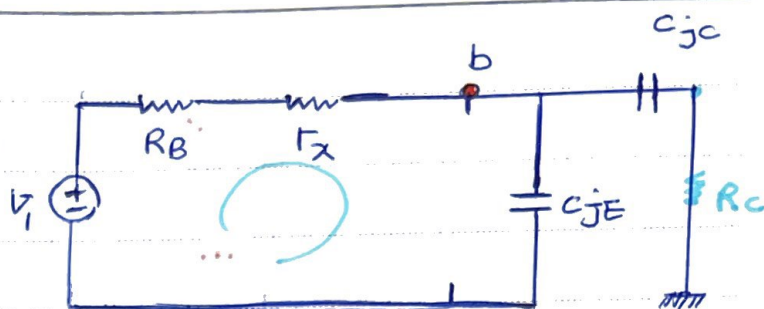
$$V_b = V_1 + (V_2 - V_1) e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$\tau_1 = (R_B + r_x) [C_{JE} + C_{JC}]$$

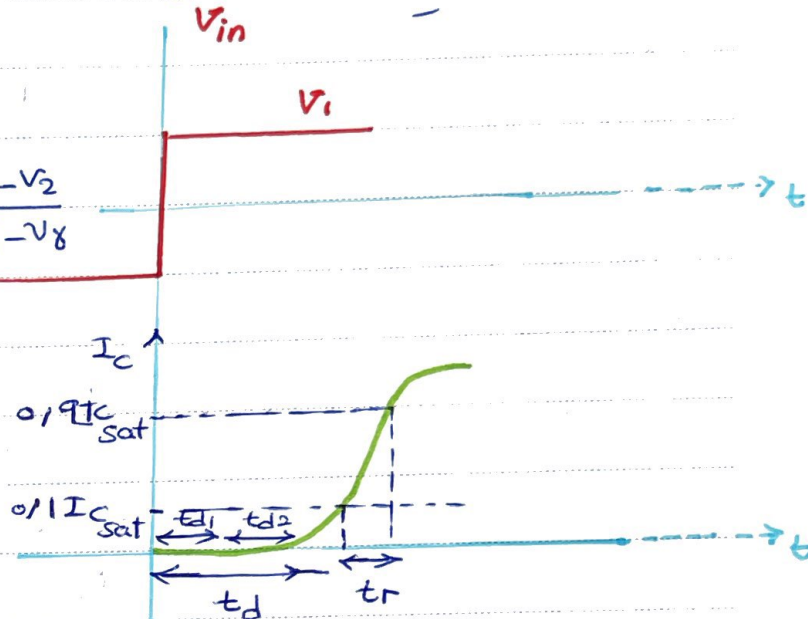
$$V_b = V_8 = V_1 + (V_2 - V_1) e^{-\frac{t_{d1}}{\tau_1}}$$

$$t_{d1} = (R_B + r_x) [C_{JE} + C_{JC}] \ln \frac{V_1 - V_2}{V_1 - V_8}$$

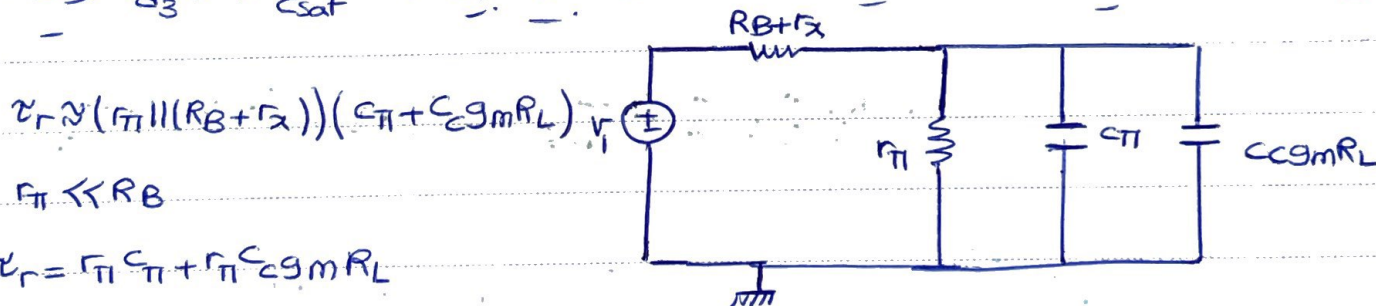
$$t_{d2} = \frac{1}{3\omega_E}$$



مدار معادل ترانزیستور در حالت تحلیف



t_{d3} ترانزیستور در حالت اتقاس است و مدت زمان تحلیف از $0.1 I_{C_{sat}}$ تا $0.9 I_{C_{sat}}$ است.



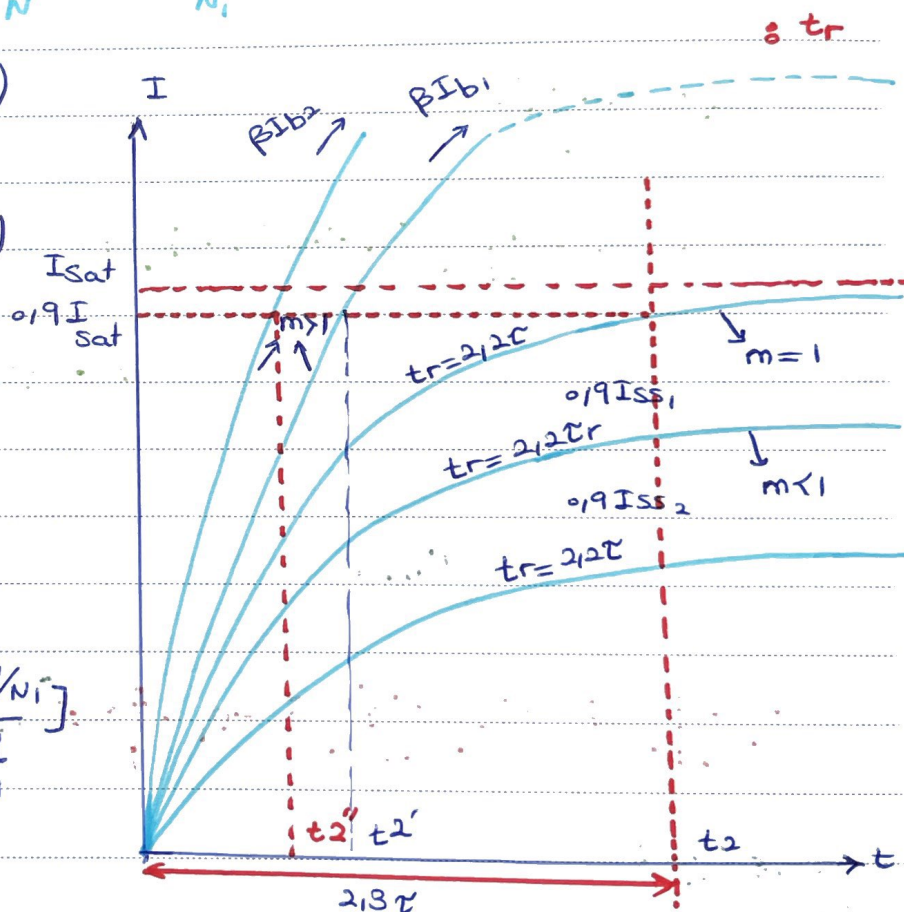
$$r_{\pi} \approx (\pi || (R_B + r_x)) (C_{\pi} + C_{cgm} R_L)$$

$$r_{\pi} \ll R_B$$

$$r_{\pi} = r_{\pi} C_{\pi} + r_{\pi} C_{cgm} R_L$$

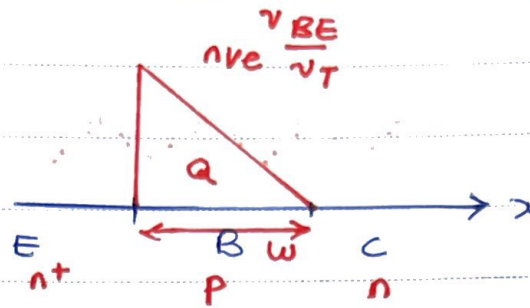
$$= \frac{\beta}{g_m} (\tau_F g_m) + \beta R_L C_C = \beta (\tau_F + R_L C_C)$$

$$\omega_T = \frac{g_m}{C_{\pi} + C_{\mu}} \approx \frac{g_m}{C_{\pi}} = \frac{g_m}{\tau_F g_m} = \frac{1}{\tau_F} \Rightarrow \tau_F = \beta \left(\frac{1}{\omega_T} + R_L C_C \right)$$



Subject

Date



BE: Forward

BC: backward

$$Q = \tau_c I_c \Rightarrow \tau_c = \frac{w^2}{2D_n}$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau_b} = I_B$$

$$Q = \tau_b I_B = \tau_c I_c$$

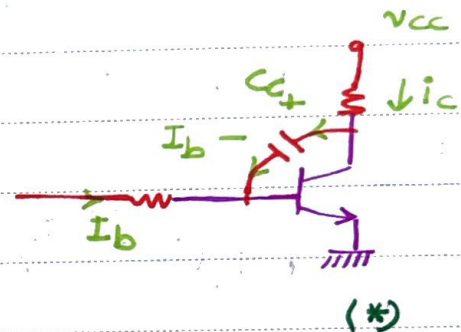
$$\tau_b = \tau_c \frac{I_c}{I_B} = \beta \tau_c$$

$$\tau_b = \beta \tau_c$$

$$I_b' = \frac{cdv_{be}}{dc}$$

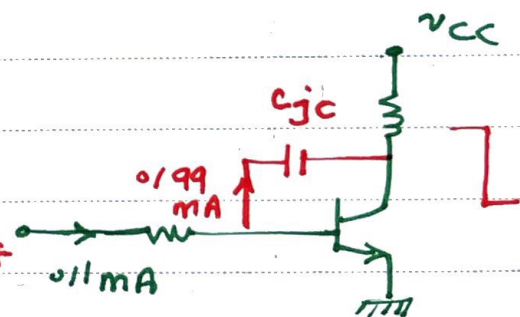
$$= c_{jc} \frac{d}{dt} (V_{cc} - R_c I_c - V_B) =$$

$$= -c_{jc} R_c \frac{di_c}{dt}$$



$$N_1 \gg 1$$

$$c \left| \frac{dv_{be}}{dt} \right| \approx c_{jc} \left| \frac{dv_{ce}}{dt} \right| \approx I_{B1} - \frac{I_{csat}}{\beta}$$



$$\text{From (*)} : \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau_b} = i_b - c_{jc} R_c \frac{di_c}{dt} ; C_c = \tau_c i_c$$

$$\tau_c \frac{di_c}{dt} + \frac{\tau_c i_c}{\tau_b} = i_b - c_{jc} R_c \frac{di_c}{dt}$$

Subject

Date

$$(\tau_c + C_j c R_c) \frac{di_c}{dt} + \frac{i_c}{\beta} = i_b$$

$$\frac{di_c}{dt} + \frac{i_c}{\beta(\tau_c + C_j c R_c)} = \frac{i_b}{\tau_c + C_j c R_c}$$

$$\tau_{active} = \beta(\tau_c + C_j c R_c)$$

$$i_c = \beta i_b (1 - e^{-t/\tau})$$

$$\frac{dQ_s}{dt} + \frac{Q_s}{\tau_s} = I_{B1} - I_{BA}$$

$$Q_s = \tau_s (I_{B1} - I_{BA})$$

$$Q_s(t_1) = \tau_s (I_{B1} - I_{BA})$$

$$I_{B1} = \frac{V_1 - V_{\gamma}}{R_B}$$

$$Q_s(\infty) = \tau_s (I_{B2} - I_{BA})$$

$$I_{B2} = \frac{V_2 - V_{\gamma}}{R_B}$$

$$Q_s(t) = \tau_s (I_{B2} - I_{BA}) + [\tau_s (I_{B1} - I_{BA}) - \tau_s (I_{B2} - I_{BA})] e^{-t/\tau_s}$$

$$Q_s(t_s) = \tau_s$$

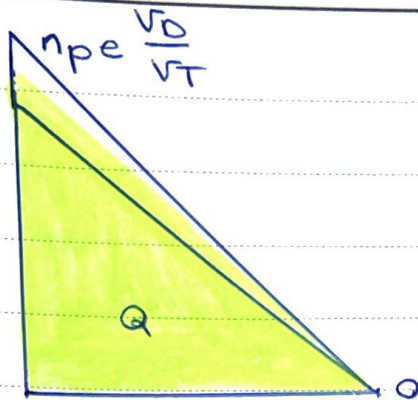
$$\tau_s (I_{BA} - I_{B2}) = \tau_s (I_{B1} - I_{B2}) e^{-t_s/\tau_s}$$

$$\frac{I_{BA} - I_{B2}}{I_{B1} - I_{B2}} = e^{-t_s/\tau_s}$$

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

Subject

Date

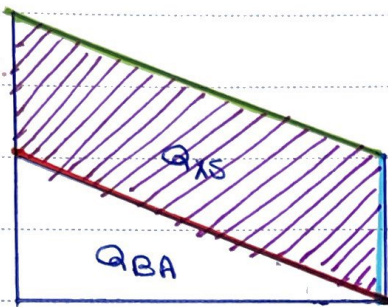


t_s و t_s در صورتی که $I_{B1} - I_{B2}$ در صورتی که $I_{BA} - I_{B2}$

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

$$I_{BA} = \frac{I_{CSat}}{\beta}$$

$$I_{B2} = \frac{V_2 - V_{\gamma}}{R_B} \approx \frac{V_2}{R_B}$$

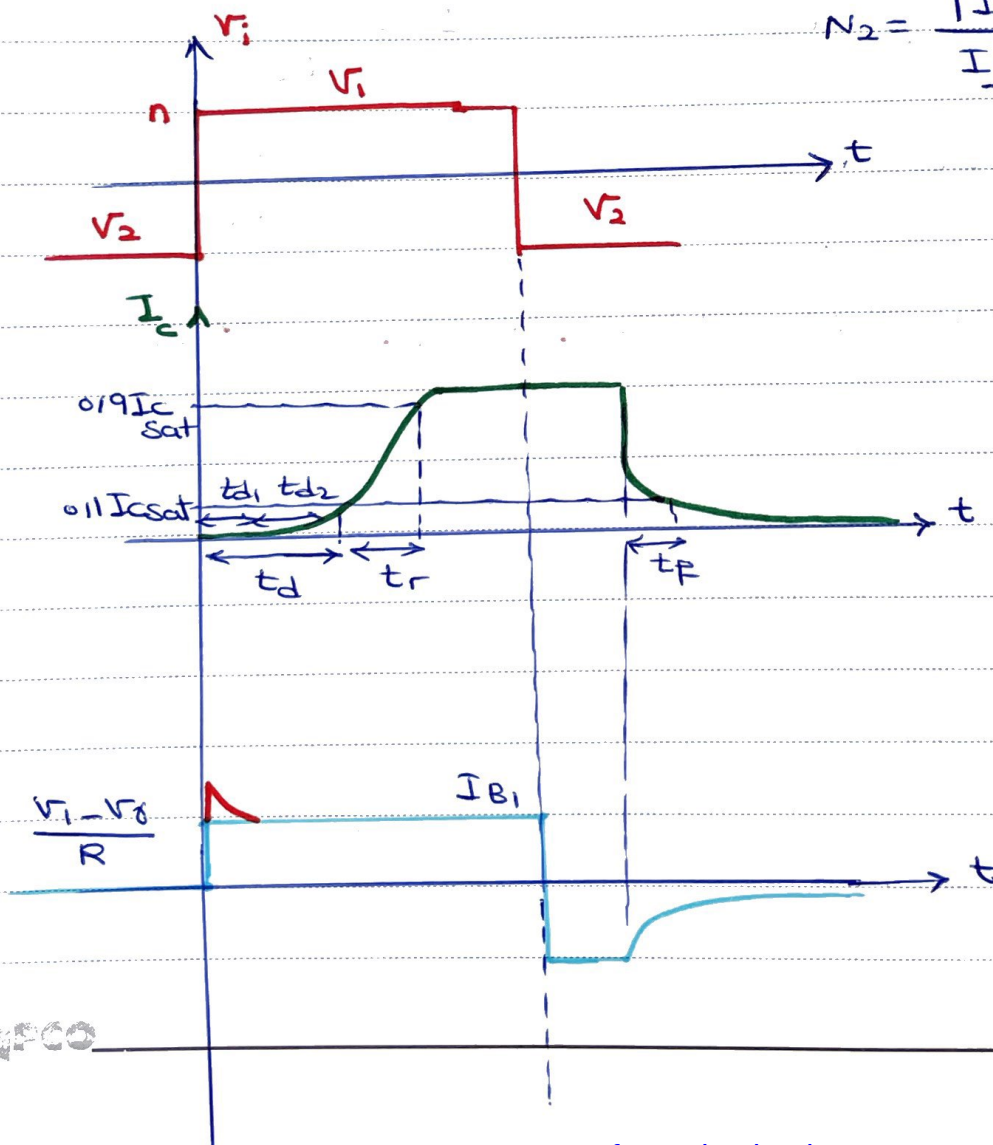


t_F و t_F در صورتی که $I_{B1} - I_{B2}$ در صورتی که $I_{BA} - I_{B2}$

$$t_F = \tau_F \ln \left(\frac{1 + \frac{0.9}{N_2}}{1 + \frac{0.1}{N_2}} \right)$$

$$Q_{BA} = \beta \tau (I_{BA}) = \tau (\beta I_{BA})$$

$$N_2 = \frac{|I_{B2}|}{\frac{I_{CSat}}{\beta}}$$



Subject

Date

$$i_c = \beta i_{b2} (1 - e^{-t/t_{active}})$$

$$i_c(0^+) = I_{sat}, \quad i_c(\infty) = \beta i_{b2}$$

$$i_c = \beta i_{b2} + [I_{sat} - \beta i_{b2}] e^{-t/t_{active}}$$

$$i_c \stackrel{t_1}{=} 0.9 I_{sat}$$

$$t_p = t_2 - t_1$$

$$i_c \stackrel{t_2}{=} 0.1 I_{sat}$$

$$Q_s = (I_{B1} - I_{BA}) t_s$$

$$Q_{BA} = I_{BA} t_B = t_C I_C$$

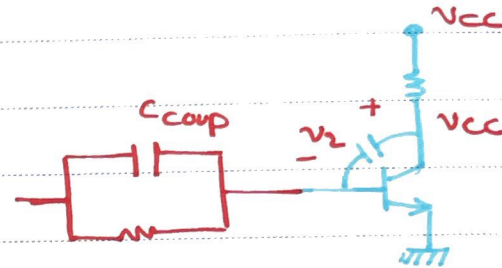
$$\Delta Q_{C_{jc}} = (V_{CC} - V_2 + 0.5) C_{jc}$$

$$\Delta Q_{C_{je}} = (0.6 - V_2) C_{je}$$

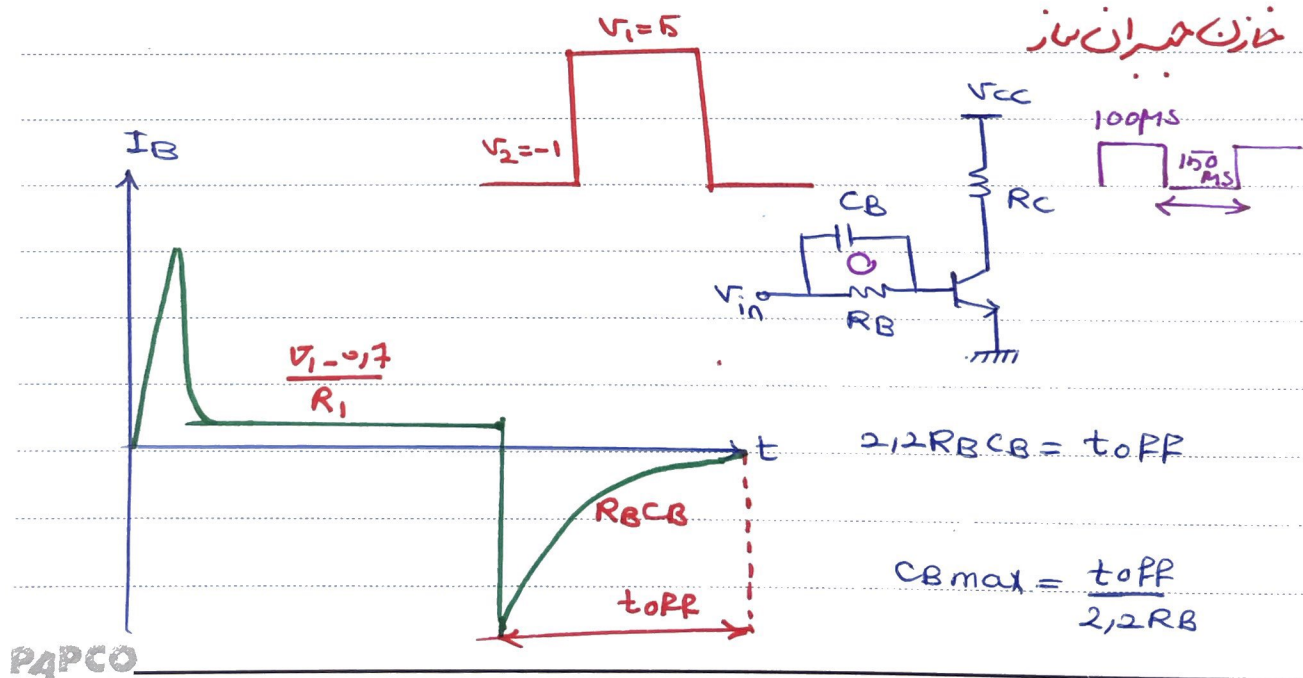
$$Q_T = Q_s + Q_{BA} + Q_{jcc} + Q_{je}$$

$$V_{B2}(0^+) = V_2$$

$$= C_{coup} (V_1 - 0.7) = Q_T$$

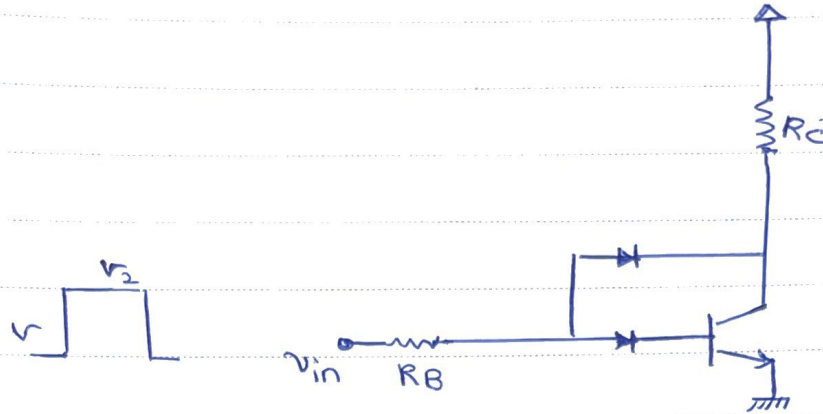


خازن جبران ساز



Subject _____
Date _____

موضوع: الکترونیک



$$I_{B1} = \frac{V_1 - 2V_{D0n}}{R_B}$$

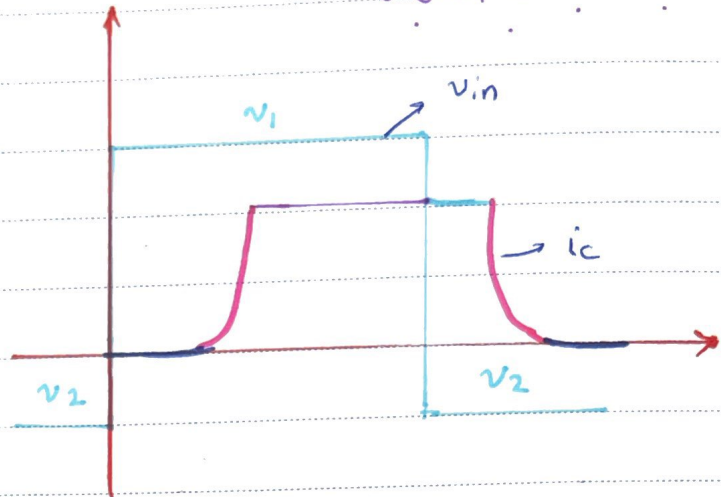
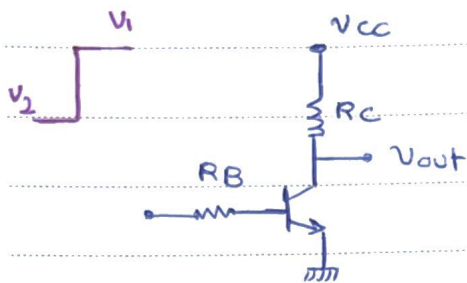
Subject

Date

حلبه ۹: ادا مکتب برانز سورد و قطبی و کلیل فمقصر الیغ ترانزیستور حاسفیت

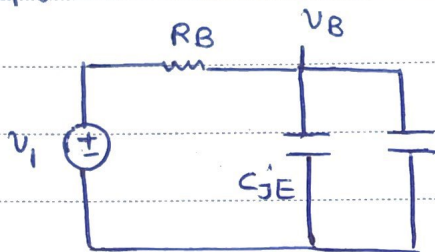
ورودی لیس (SW5)

مردک جوطالب جطیم ملبی



t_{d1} :

t_{d1}



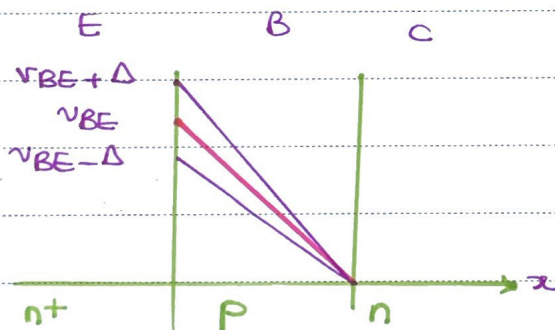
$$v_B(0^-) = v_2, \quad v_B(\infty) = v_1$$

$$\tau_1 = R_B (C_{JE} + C_{JC})$$

$$v_B(t) = v_1 + (v_2 - v_1) e^{-t/\tau_1}$$

$$v_B(t_{d1}) = 0.63 v_1$$

$$t_{d2} \approx \frac{1}{3\omega t}$$



مثال

$$Q = \tau_c I_c = \tau_b I_b$$

$$\tau_b = \beta \tau_c$$

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{\tau_b} = I_b - C_{JC} R_C \frac{dI_c}{dt}$$

$$\frac{dI_c}{dt} + \frac{I_c}{\beta(\tau_c + R_C C_{JC})} = \frac{I_b}{\beta(\tau_c + R_C C_{JC})}, \quad \tau_A = \beta(\tau_c + R_C C_{JC})$$

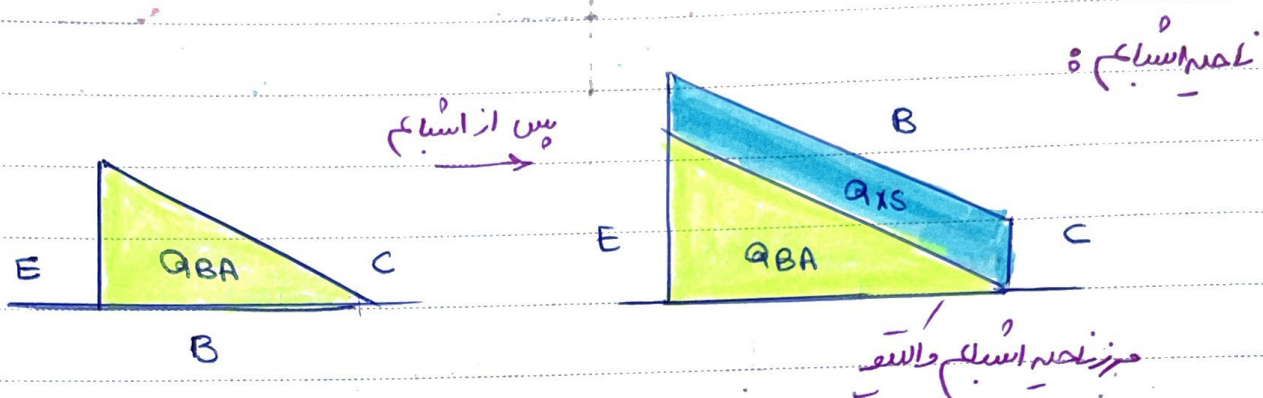
P4PCO

$$i_c(0^+) = 0, \quad i_c(\infty) = \beta i_{b1}, \quad i_{b1} = \frac{v_1 - 0.6V}{R_B}$$

$$i_c = \beta i_{b1} (1 - \exp(-\frac{t}{\tau_A}))$$

$$i_c(t_{d3}) = 0.1 I_{csat} \rightarrow t_{d3}$$

$$i_c(t_1) = 0.9 I_{csat} \rightarrow t_r = t_1 - t_{d3}$$



$$Q_{BA} = I_{BA} t_b = \beta I_{BA} t_c = I_{cc} t_c$$

$$Q_S = (I_{B1} - I_{BA}) \tau_S$$

$$\frac{dQ_S}{dt} + \frac{Q_S}{\tau_S} = (I_{B1} - I_{BA}) \tau_S; \quad Q_S(0^+) = (I_{B1} - I_{BA}) \tau_S$$

$$Q_S(\infty) = (I_{B2} - I_{BA}) \tau_S; \quad I_{B2} = \frac{v_2 - 0.6}{R_B}$$

$$Q_S(t - \tau_S) = 0$$

نیم فعال در حالت نزول:

$$\tau_A = \beta(\tau_c + R_c C_j c)$$

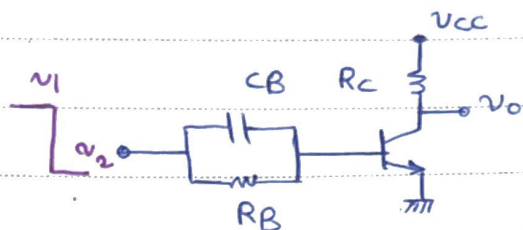
$$I_c(0^+) = I_{csat}; \quad i_c(\infty) = \beta i_{b2}; \quad I_c(t_3) = 0.9 I_{csat}$$

$$i_c(t_4) = 0.1 I_{csat} \rightarrow t_3 = t'_s$$

$$t_4 - t_3 = t_{fall}$$

Subject

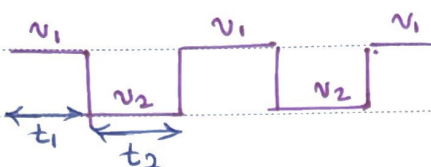
Date



خارج عبارت ساز:

if $v_B(0^+) = v_2$

$$C_B (v_1 - 0.7) = \tau_C I_C + (I_{B1} - I_{BA}) \tau_S + (V_{CC} - v_2 + 0.7) C_{JC} + (0.7 - v_2) C_{JE}$$



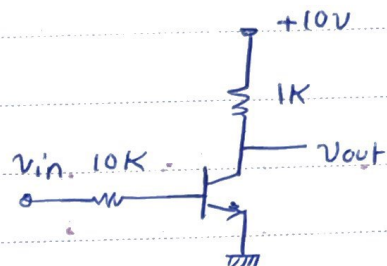
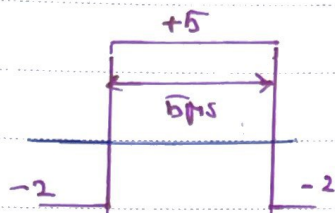
حسب سار عبارت ساز:

$$C_{Bmax} = \frac{T_2}{2.2 R_B}$$

۱.۲ در شکل زیر شکل موج v_i و I_{csat} را برای $t > 0$ بیست و دو دقیقه رسم کنید.

$$\beta = 100 \text{ و } f_t = 200 \text{ MHz} ; C_{\mu} = 8 \text{ pF} ; V_{\gamma} = 0.6 \text{ V}$$

$$t_{S} = 100 \text{ ns} ; C_{JE} = 0.8 \text{ pF} \text{ و } r_x = 100 \Omega$$



۱.۲.۱ اگر ورودی یک سیگنال مربعی با فرکانس 200 KHz باشد تا نیم مقدار خازن C_{JE} به حالت دینامیک می‌آید.

۱۰KΩ را بسازید.

۱.۲.۲ خازن C_{JE} را ساز با فرض $V_{B(0+)} = -2$

طرح سوال 8

$$v_b = v_1 + (v_2 - v_1) e^{-t/\tau_1}$$

$$v_b = v_{\gamma} \stackrel{t=t_{d1}}{=} v_1 + (v_2 - v_1) e^{-t_{d1}/\tau_1}$$

$$t_{d1} = (R_B + r_x) (C_{JE} + C_{JC}) \ln \frac{v_1 - v_2}{v_1 - v_{\gamma}} ; t_{d12} = \frac{1}{3\omega_T}$$

$$\Rightarrow t_{d1} = (10K + 0.1K) (0.8 \text{ pF} + 8 \text{ pF}) \ln \left(\frac{5 - (-2)}{5 - 0.6} \right) = 41.24 \text{ ns}$$

$$t_{d2} = \frac{1}{3\omega_T} = \frac{1}{6\pi \times 200 \text{ M}} = 0.26 \text{ ns} \rightarrow t_{d1} = 41.42 + 0.26 = 41.68 \text{ ns}$$

$$\tau_r \approx \beta \left(\frac{1}{\omega_T} + R_L C_c \right) = 100 \left(\frac{1}{6.28 \times 2 \times 10^8} + 1K \times 8p \right) = 880 \text{ ns} ; t_{d2} = \tau_r \ln \frac{1}{1 - \frac{1}{N_1}}$$

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

$$I_{B1} = \frac{5 - 0.6}{10K} = 0.44 \text{ mA} ; I_{BA} = \frac{I_{csat}}{\beta} \approx \frac{10V / 1K}{100} = 0.1 \text{ mA}$$

Subject

Date

$$\Rightarrow N_1 = 4,4 ; t_{d2} = 880 \ln \frac{1}{1 - \frac{0,1}{4,4}} = 20,24 \text{ ns}$$

$$\rightarrow t_d = 41,42 + 1,68 + 20,24 = 63,16 \text{ ns}$$

$$I_c = \beta I_b (1 - e^{-t/t_r}) \stackrel{t_1}{=} 0,1 I_{csat} \rightarrow 44(1 - e^{-t_1/880}) = 0,1 \times 10 \text{ mA}$$

$$\rightarrow t_1 = t_{d1} = 20,24 \text{ ns}$$

$$I_c(t_2) = 0,9 I_{csat} = 9 \text{ mA} = 44(1 - e^{-t_2/880}) \rightarrow t_2 = 201,36 \text{ ns}$$

$$\rightarrow t_r = t_2 - t_1 = 201,36 - 20,24 = 181,1 \text{ ns}$$

$$t_r = t_r \ln \frac{1 - \frac{0,1}{N_1}}{1 - \frac{0,9}{N_1}} = 880 \ln \frac{1 - \frac{0,1}{4,4}}{1 - \frac{0,9}{4,4}} \approx 181,1 \text{ ns}$$

$$Q_S(t^+) = (I_{B1} - I_{BA}) t_S = (0,44 - 0,1) \text{ mA} \times 100 \text{ ns} = 34 \text{ pC}$$

$$Q_{S-100} = \left(\frac{-2 - 0,6}{10K} - 0,1 \right) t_S = -36 \text{ pC}$$

$$Q(t) = -36 + 70 e^{-t/t_S} \Rightarrow Q(t_S) = 0 \rightarrow t_S = 66,5 \text{ ns}$$

$$t_S = t_S \ln \frac{I_{B1} - I_{B2}}{I_{BA} - I_{B2}} ; I_{B2} = \frac{-2 - 0,6}{10K} = -0,26 \text{ mA}$$

$$t_S = 100 \text{ ns} \ln \frac{0,44 - (-0,26)}{0,1 - (-0,26)} = 66,5 \text{ ns}$$

$$N_2 = \left| \frac{I_{B2}}{I_{BA}} \right| = \frac{0,26}{0,1} = 2,6$$

$$t_F = t_r \ln \frac{1 + \frac{0,9}{N_2}}{1 + \frac{0,1}{N_2}} = 880 \ln \frac{1 + \frac{0,9}{2,6}}{1 + \frac{0,1}{2,6}} = 228,4 \text{ ns}$$

$$t_A = t_r = t_F = 880 \text{ ns}$$

P4PCO

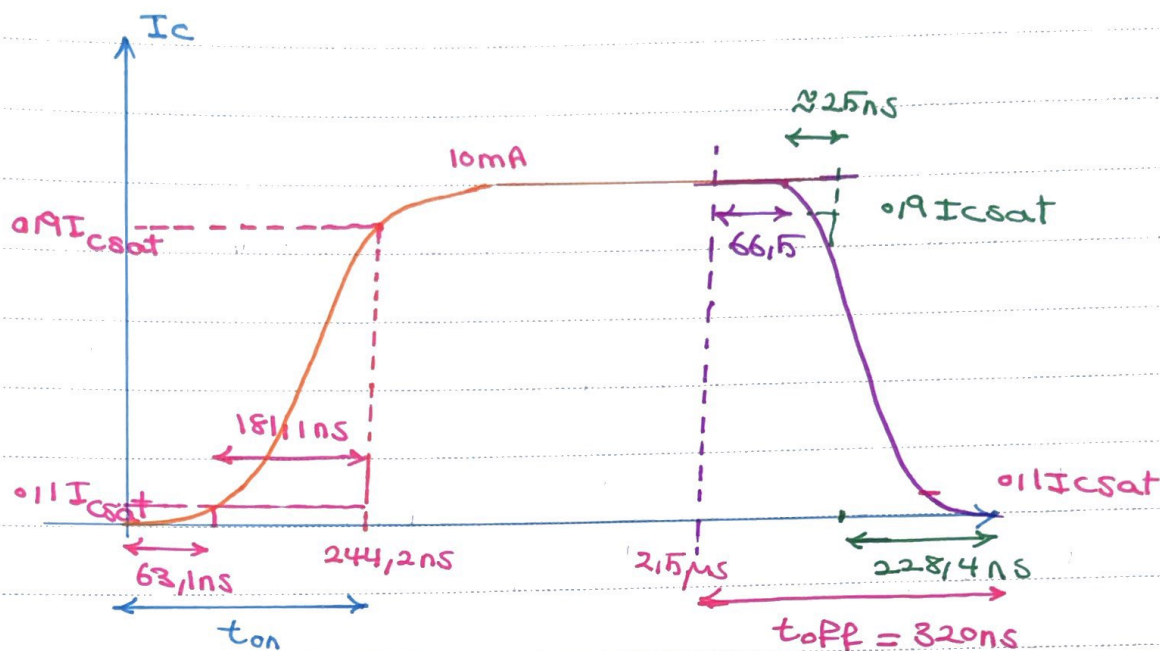
Subject
Date

$$I_C(0^+) = 10 \text{ mA} ; I_C(\infty) = -100 \times 0.26 = -26 \text{ mA}$$

✓
روش دیگر

$$I_C(t) = -26 + 36 e^{-t/\tau_A} \quad \text{at } I_{C\text{sat}} \quad \text{at } 0.1 I_{C\text{sat}} \rightarrow t_P = t_2 - t_3$$

$$t_3 = 24.8 \text{ ns} , t_2 = 253.2 \rightarrow t_P = 228.4 \text{ ns}$$



الفرکانس مربعی درونی 200 KHz باشد، مقدار C_C را بیابید.

$$C_C = \frac{t_{\text{off}}}{2.2 R_B} ; t_{\text{off}} = t/2$$

$$t_{\text{off}} = t/2 = \frac{1}{2f} = \frac{1}{400 \text{ KHz}} = 2.5 \text{ } \mu\text{s} \rightarrow C_C = \frac{2.5 \times 10^{-6}}{2.2 \times 10^4} = 113 \text{ pF}$$

Subject

Date

مقاومت خروجی را برای آنکه ترانزیستور به بار به خوبی خاموش شود را می‌توانیم بسازیم.
 با فرض آنکه $V_B(0^+) = -2V$ شود.

$$Q_S = (I_{B1} - I_{BA}) \tau_S = (0.144 - 0.1) \times 100 = 34 \text{ pC}$$

$$Q_{BA} = I_{BA} \tau_B = B \tau_C I_B = I_C \tau_C \approx 10 \text{ mA} \times \frac{1}{20 \text{ pF}} \approx 8 \text{ pC}$$

$$Q_{CM}; V_{CM}(0^-) = -(\underbrace{0.7}_{V_{BE}} - \underbrace{0.2}_{V_{CESAT}}) = -0.5 \text{ V}; V_{CM}(0^+) = V_{CC} - V_B(0^+)$$

$$V_{CM}(0^+) = 10 - (-2) = 12 \text{ V} \rightarrow \Delta V_{CM} = 12 - (-0.5) = 12.5 \text{ V}$$

$$\rightarrow Q_{CM} = 12.5 \text{ C}_{CM} = 12.5 \times 8 \text{ pF} = 100 \text{ pC}$$

$$\Delta V_{BE} = (0.7 - (-2)) = 2.7 \text{ V} \rightarrow Q_{CE} = 2.7 \times 0.8 \text{ pF} \approx 2.2 \text{ pC}$$

$$\rightarrow Q_T = Q_{BA} + Q_S + Q_{CM} + Q_{CE} = 8 + 100 + 34 + 2.2 = 144.2 \text{ pC}$$

$$Q_{in} \approx (V_1 - 0.7) C_{comp}, V_{comp}(0^+) = \phi \rightarrow 4.3 \text{ C}_{comp} = 144.2 \text{ pC}$$

$$Q_{C_{comp}} = 33.15 \text{ pF} \rightarrow V_O(0^+) < \phi$$

احتمال دارد برای عدم بررسی منفی در خروجی و $V_B(0^+) = 0.5 \text{ V}$

$$Q_S = 34 \text{ pC}; Q_{BA} = 8 \text{ pC}; Q_{CE} = (0.2 \times 0.8) = 0.16 \text{ pC} \approx \phi$$

$$V_{CM}(0^-) = -(0.7 - 0.2) = -0.5 \text{ V}; V_{CM}(0^+) = 10 - 0.5 = 9.5 \text{ V}$$

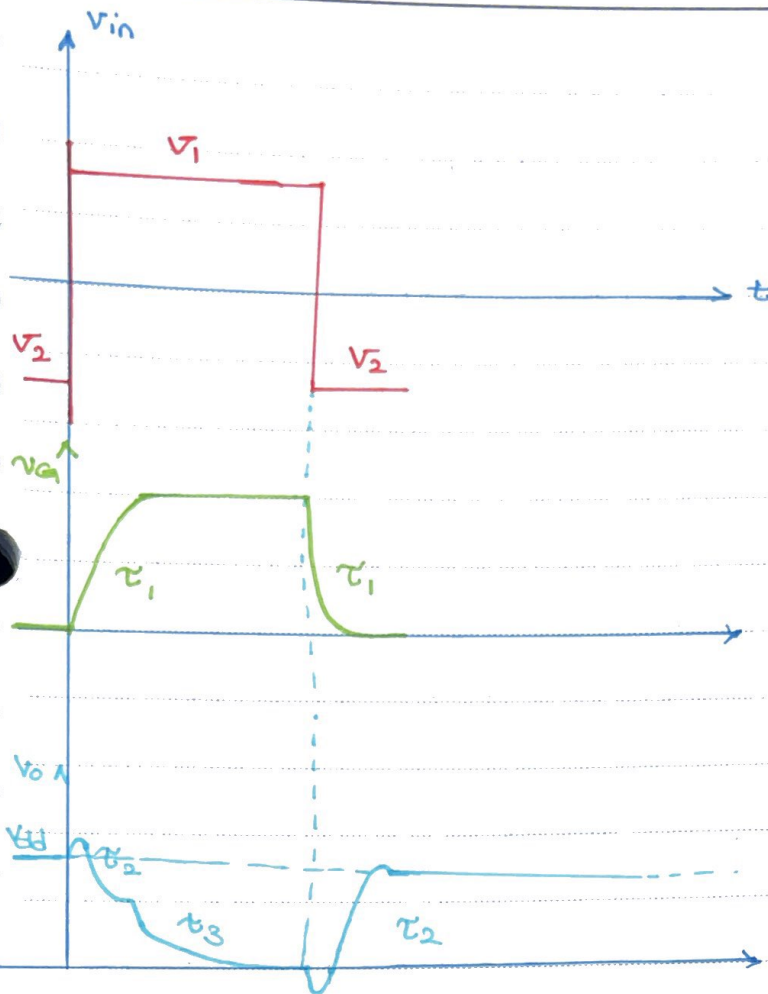
$$\Delta V_{CM} = 10 \text{ V} \rightarrow Q_{CM} = 10 \times 8 = 80 \text{ pC} \rightarrow Q_T = 34 + 8 + 80 = 130 \text{ pC}$$

$$Q_{in} = C_{comp} (V_1 - 0.7) - (V_2 - 0.5) = (4.3 + 2.5) C_{comp} = 6.8 C_{comp}$$

$$6.8 C_{comp} = 130 \text{ pC} \rightarrow C_{comp} = 19.2 \text{ pF}$$

بررسی سازه در ویرایش مستقیم بررسی شده است.

✓
ن سوئچینگ
- 0 - -



$$\tau_1 = R_G (C_{gs} + C_{gd})$$

$$\tau_2 = R_D (C_L + C_{gd}) \quad \text{اسلام}$$

$$\tau_3 = (R_D || R_{on}) [C_L || C_{gd}] \quad \text{تریدک}$$

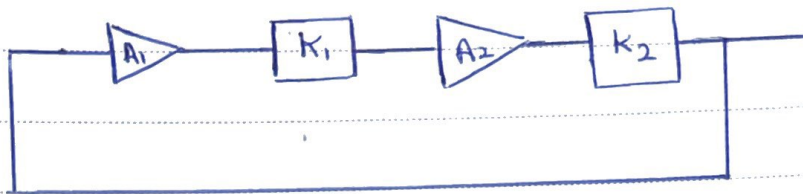
$$R_N = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)_N (V_1 - V_{thN})}$$

Subject

Date

طبیعه ۱۵ و تحلیل مولتی ویراتور RS Flip-Flop و بی استابل (MUL1)

در حالتی ویراتورها



ملاقی از طریق مثبت

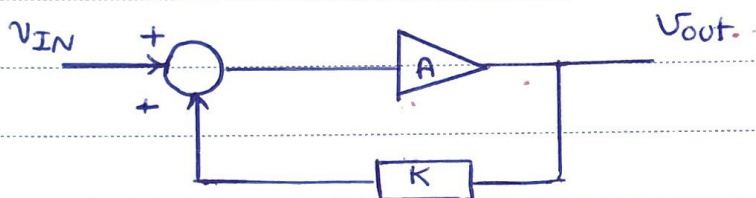
$$A_1 A_2 K_1 K_2 \gg +1$$

انواع مولتی ویراتورها

K_1 & K_2 : کوپلار منفی $\rightarrow$ Bistable

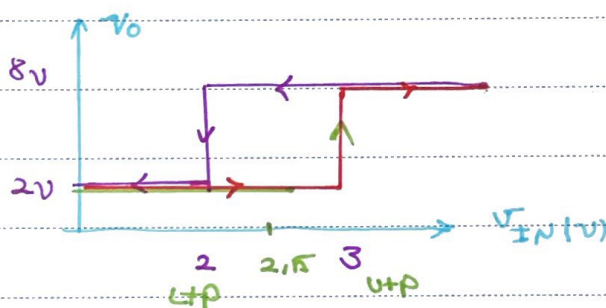
K_1 & K_2 : $R + R_C \rightarrow$ monostable

K & K_2 : $R_C + R_C \rightarrow$ Astable

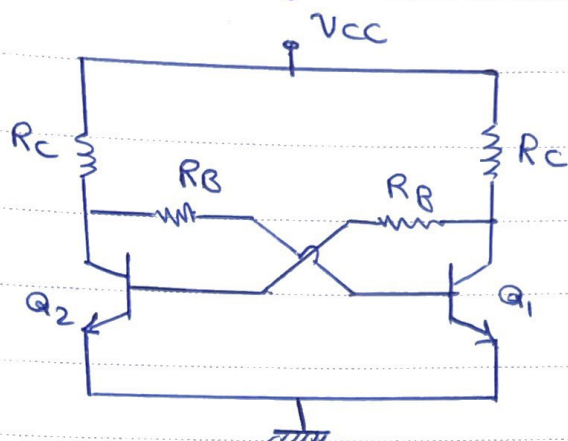


استابل

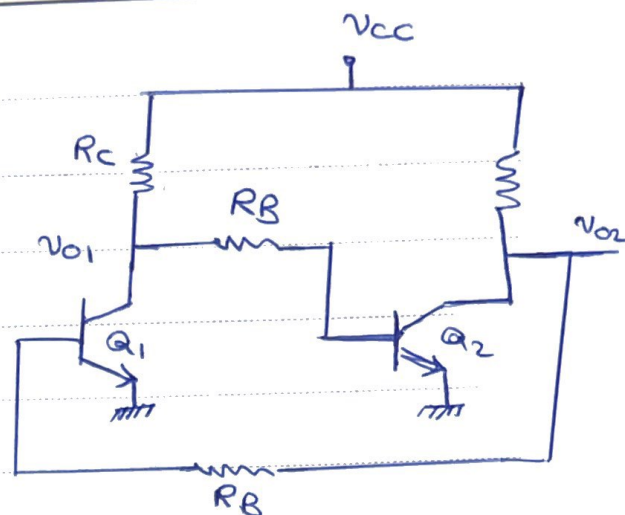
سویچ حساس در



Bi-Astable :



≡



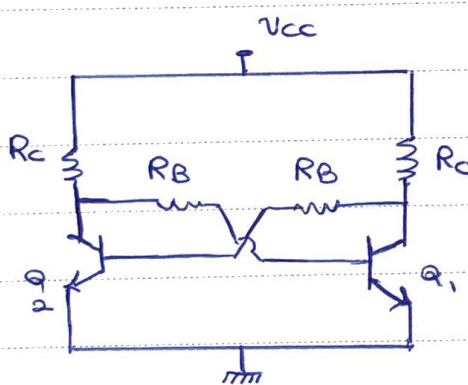
$$A_1 A_2 K_1 K_2 \gg 1 \quad ; \quad A_1 = ? \quad ; \quad A_2 = ?$$

$$K_1 \& K_2 = ?$$

الو در حالت تعادل $A_1 A_2 K_1 K_2 \gg 1$ بوده باشد جایابی از ترانزیستور ها قطع و دیگری به اشباع می رود، لذا به جای بررسی شرط فوق در اشباع بودن ترانزیستور روشن را بررسی می کنیم

حالت آدره اگر همه چیز طبق انتظار نباشد (در این در عالم واقع رخ نمی دهد) می توان گفت $V_{01} = V_{02} = X$

می بینیم یک الا طبق فرض

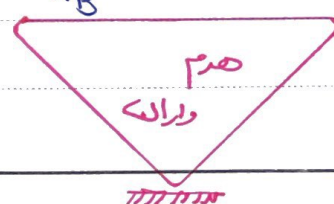


$$R_{C1} = R_{C2} \quad ; \quad R_{B1} = R_{B2} \quad , \quad \beta_1 = \beta_2 \quad , \quad I_{S1} = I_{S2}$$

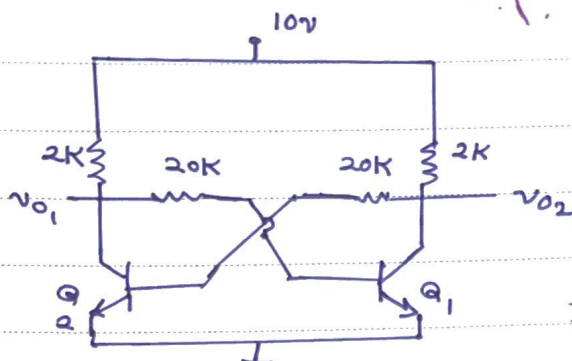
$$V_{BE1} = V_{BE2} \quad , \quad V_{01} = V_{02} = X$$

$$I_{B1} = \frac{X - 0.7}{R_B} = I_{B2}$$

$$\rightarrow \frac{V_{CC} - X}{R_C} = \beta \frac{X - 0.7}{R_B} + \frac{X - 0.7}{R_B}$$



مثال: β_{min} این باشد که ترانزیستور روشن باشد



$$Q_1: ON, Q_2: OFF$$

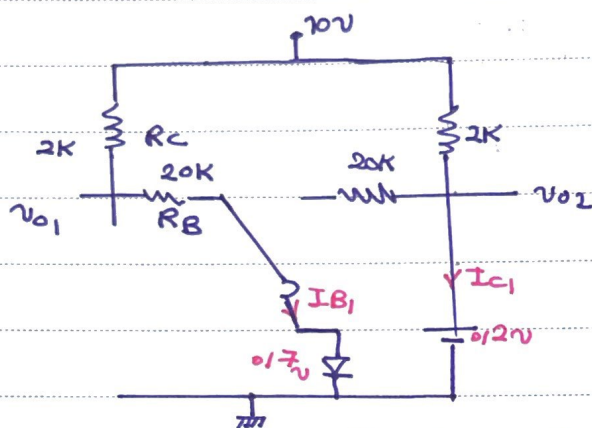
$$V_{CEsat} = 0.2V, V_{BE} = 0.7$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE(on)}}{R_C + R_B} = \frac{9.3}{22K} = 0.42 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{CEsat}}{R_C} = \frac{9.8}{2K} = 4.9 \text{ mA}$$

$$\beta_{min} = \frac{I_{Csat}}{I_B} = \frac{4.9}{0.42} = 11.66$$

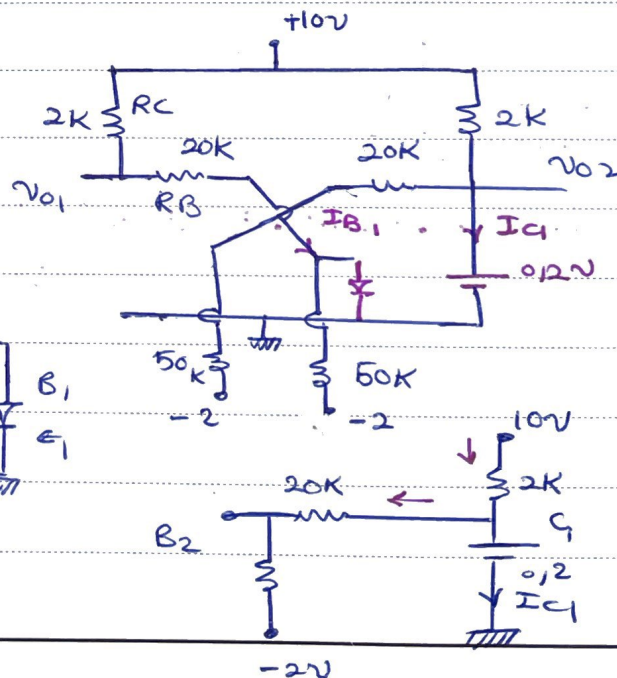
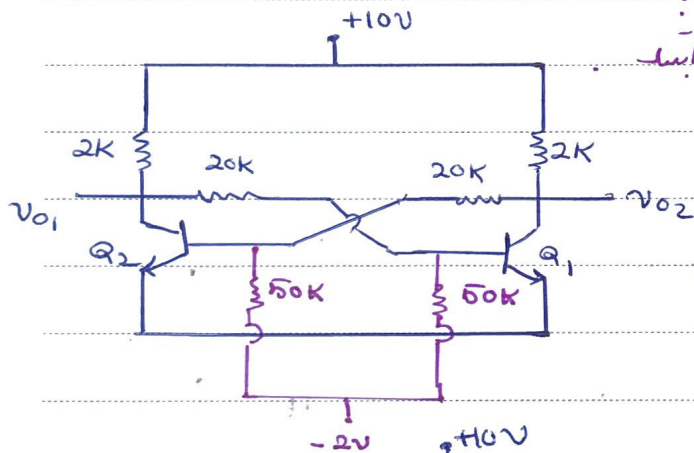
$$\beta > \beta_{min} > 11.66$$



$$v_{01} = v_{02} = 0.7 + (10 - 0.7) \times \frac{20}{22} = 9.15V$$

مثال: β_{min} این باشد که ترانزیستور روشن باشد

$$V_{B2} = V_{C1} - 20 = \frac{-2.2}{52}$$



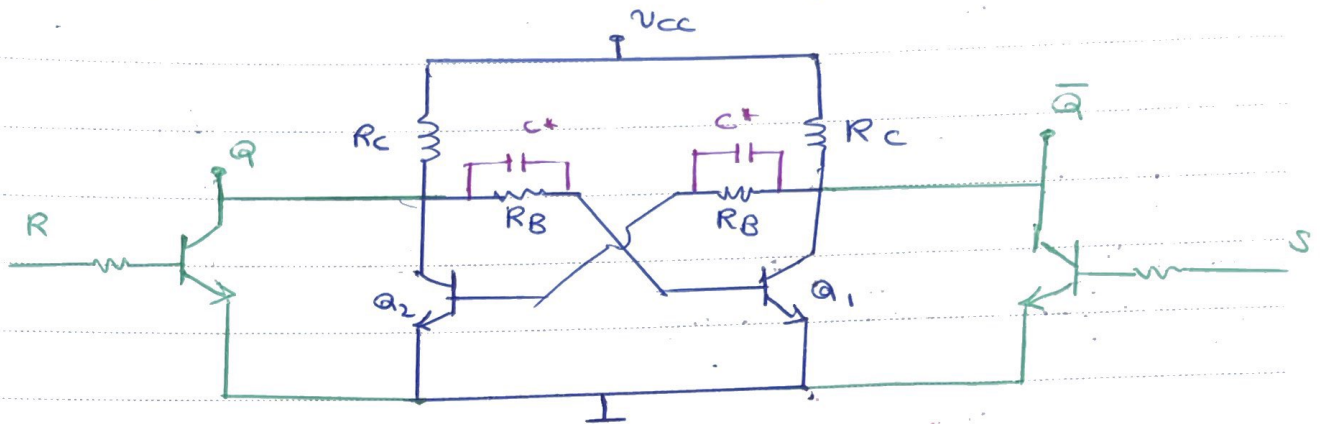
Subject

Date

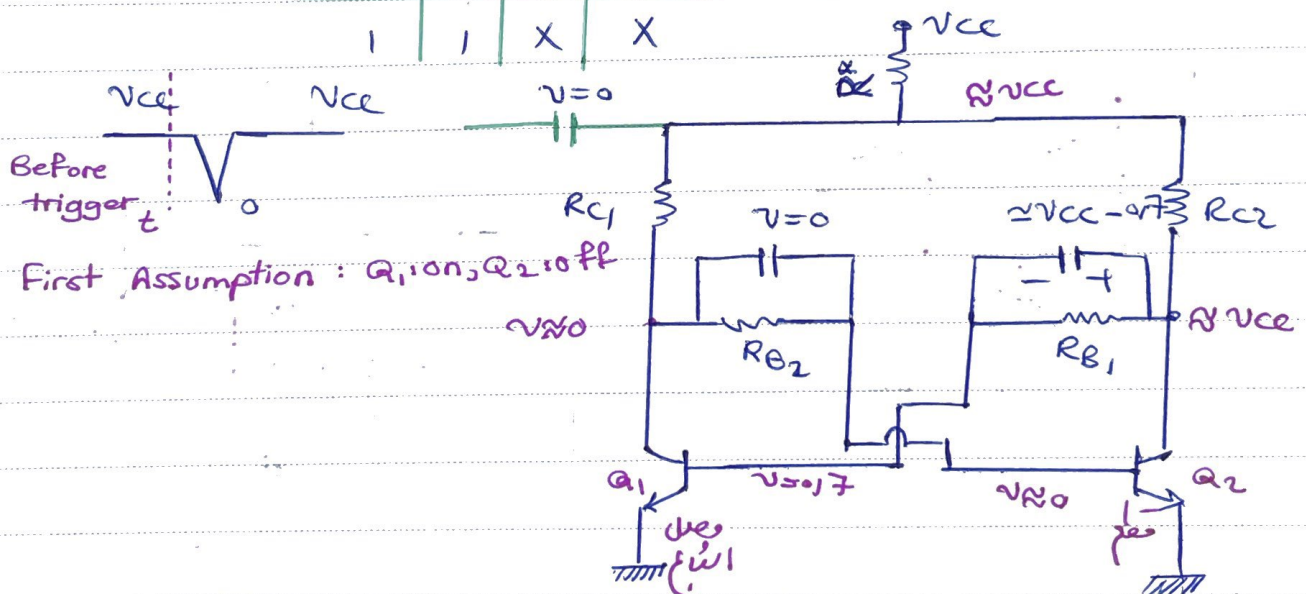
$$I_{B1} = \frac{10 - 0.7}{20 + 2} - \frac{2.7}{50k} = 0.37 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = \frac{10 - 0.2}{2k} - \frac{2.2}{52} = 4.86$$

$$\beta_{min} = \frac{4.86}{0.37} = 13.1$$

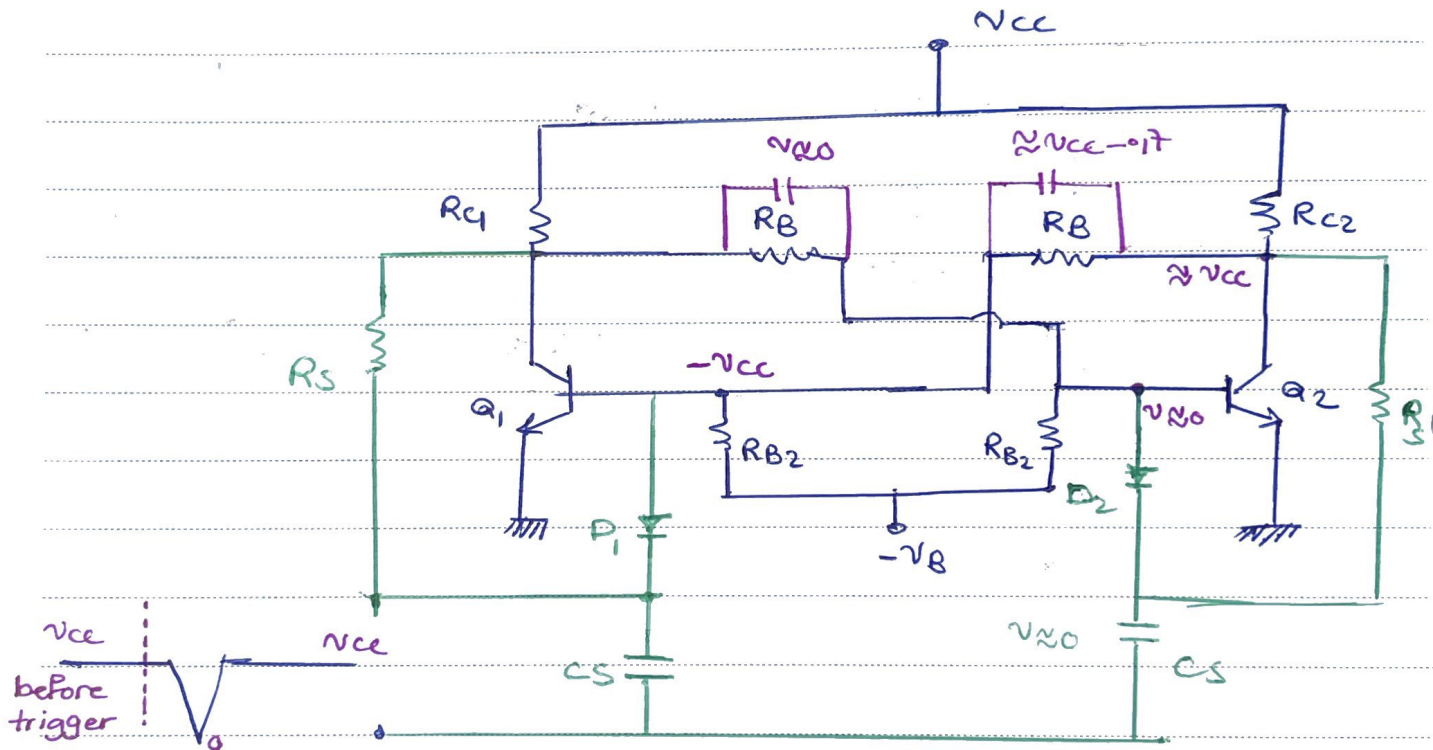
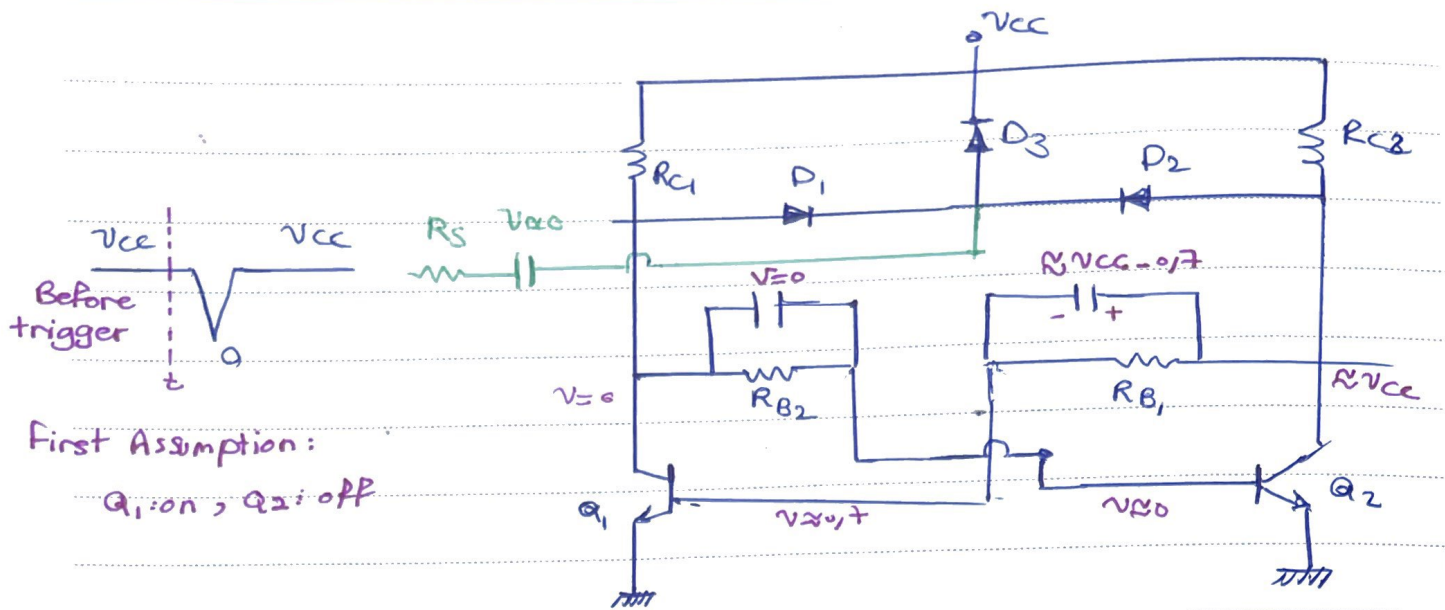


S	R	Qn	Qn-bar
0	0	Qn-1	Qn-1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	X	X



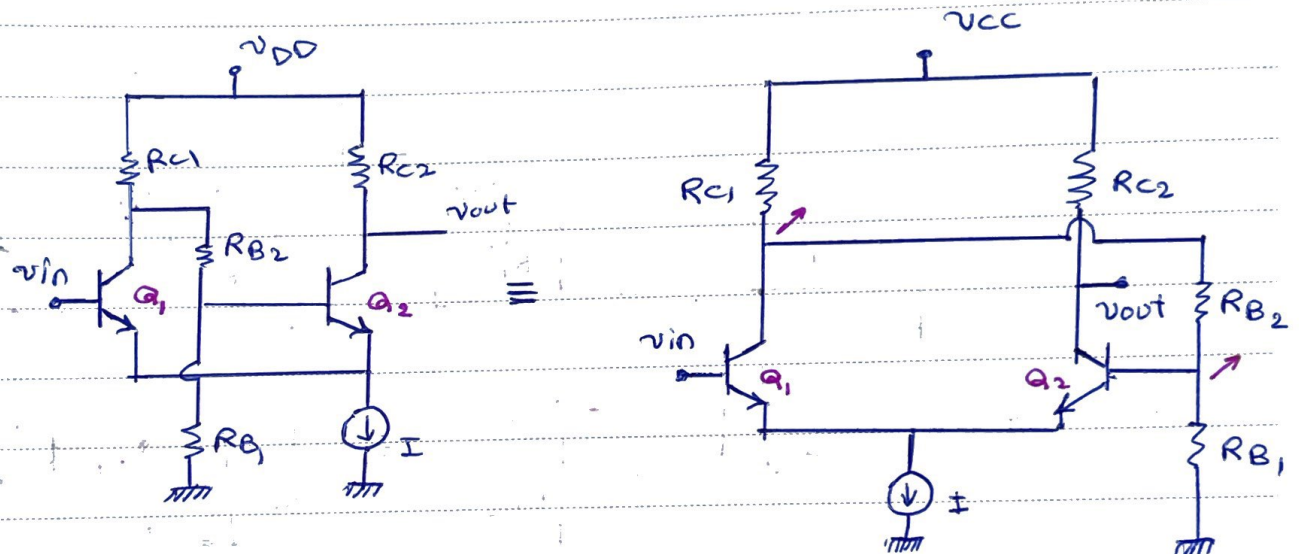
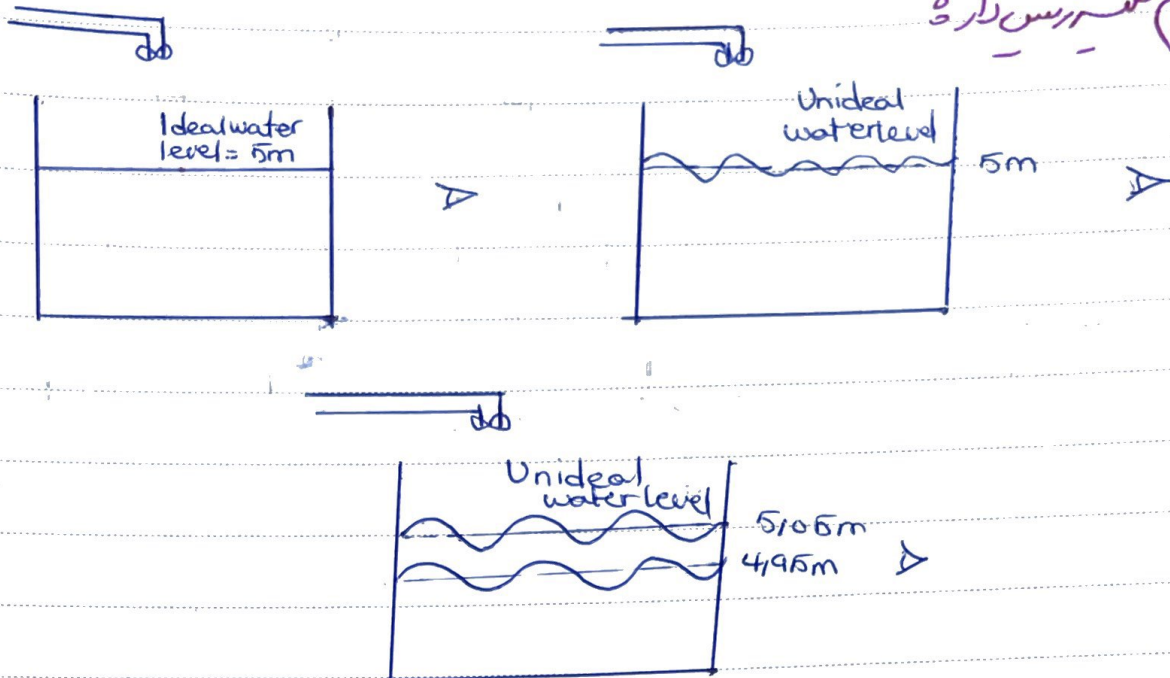
Subject

Date



جلسہ ۱۱ : اسٹیبائزیشن (MVL2)

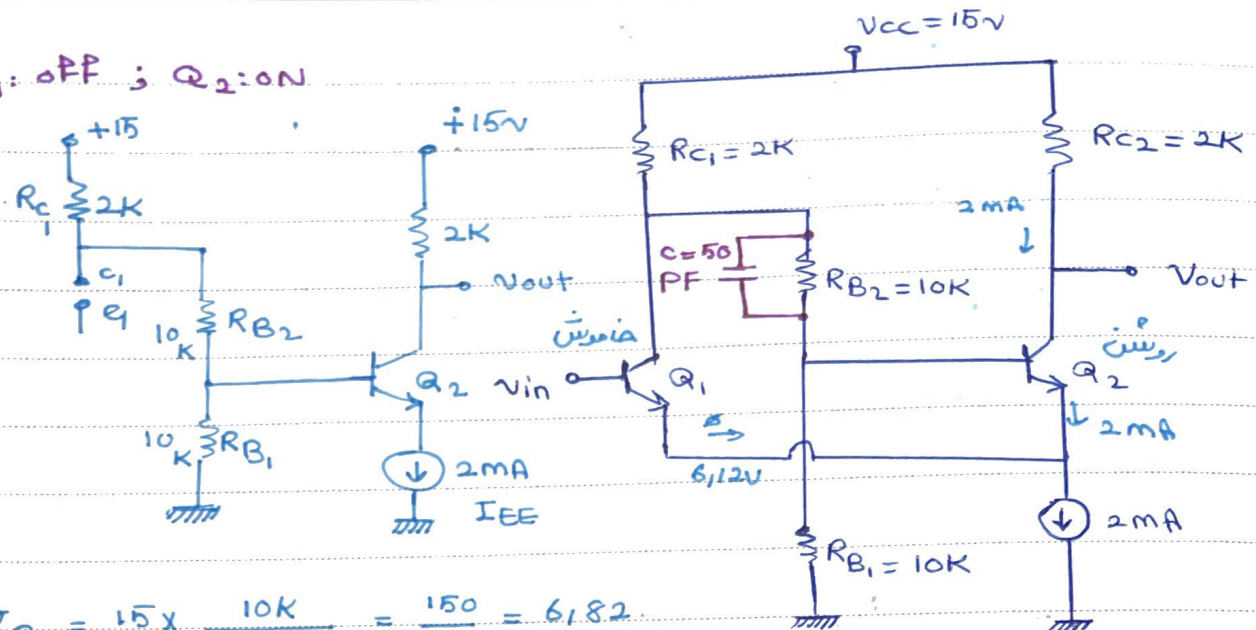
سوئچ میٹرزس دارو



Subject

Date

$Q_1: \text{OFF} ; Q_2: \text{ON}$



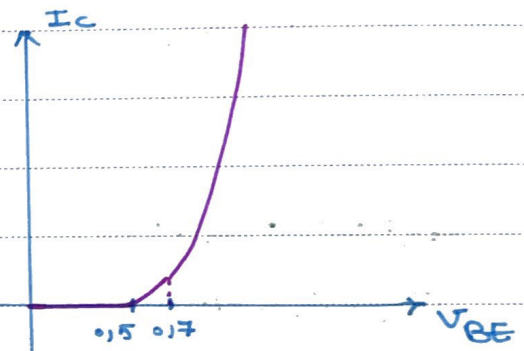
$$V_{B2} = 15 \times \frac{10K}{10+10+2} = \frac{150}{22} = 6.82$$

$$V_{E2} = V_{E1} = 6.82 - 0.7 = 6.12V$$

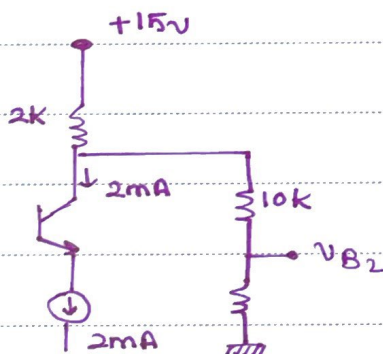
$$V_{out} = V_{CC} - R_C I_C \approx 15 - 2 \times 2 = 11V$$

UTP = upper threshold point

$$UTP = 0.15 + V_E = 6.12 + 0.15 = 6.27V$$



$Q_1: \text{ON} ; Q_2: \text{OFF}$



$$V_{out} = 15V \quad (Q_2: \text{OFF})$$

$$\frac{15 - V_{C1}}{2K} = 2mA + \frac{V_{C1}}{20K}, \quad V_{C1} = 1.0V$$

$$V_{B2} = V_{C1} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 5V$$

$$V_{BE2} = 0.5V$$

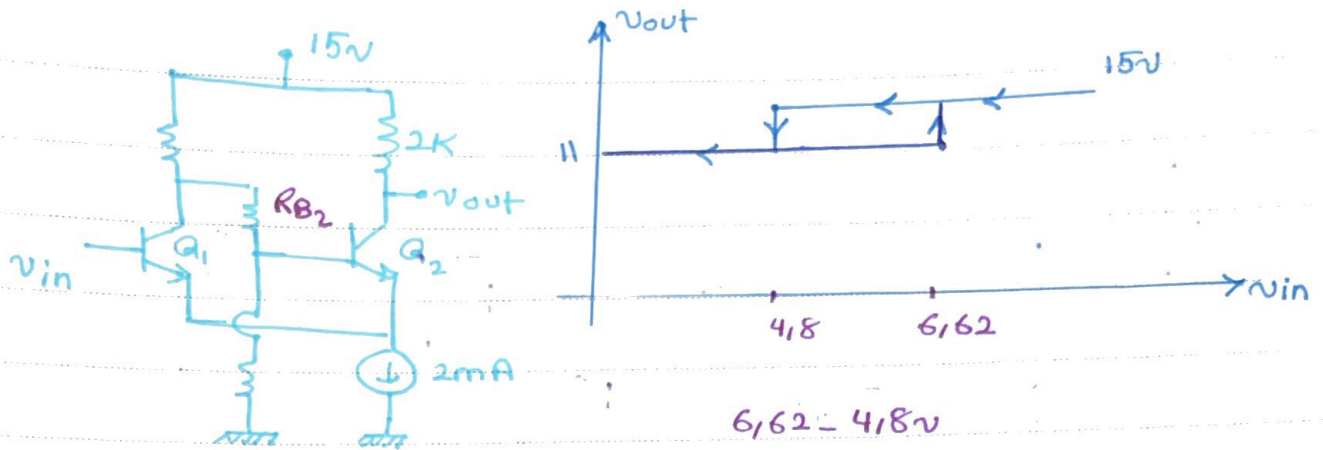
$$V_{B2} - V_{E2} = 5 - (V_{in} - 0.7) = 0.5V$$

PCO LTP = lower threshold point = $5 + 0.7 - 0.15 = 4.85V$

$$V_{out} = 11V$$

Subject

Date

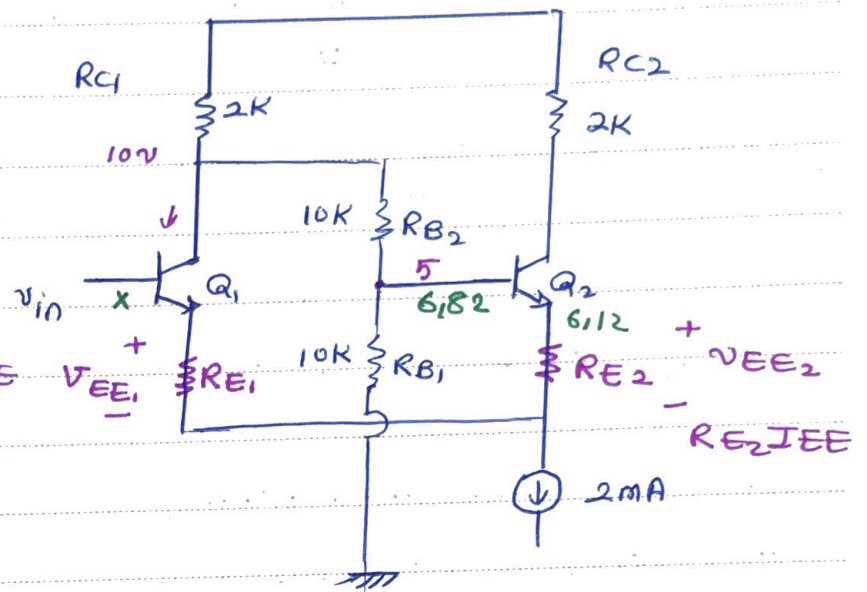


$Q_1: ON$; $Q_2: OFF$

$$V_{BE2} = 0.5V$$

$$5 - (v_{in} - 0.7 - V_{EE1}) = 0.5$$

$$LTP' = 5 + 0.7 - 0.5 + R_{E1} I_{EE} = LTP + R_{E1} I_{EE}$$



$Q_2: ON$; $Q_1: OFF$

$$V_{B1} - V_{E1} = 0.5$$

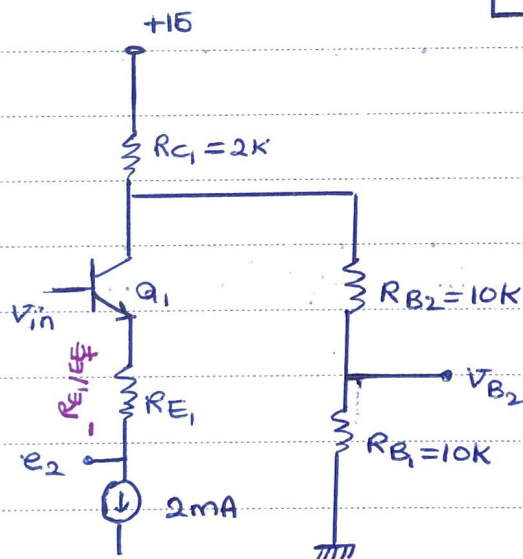
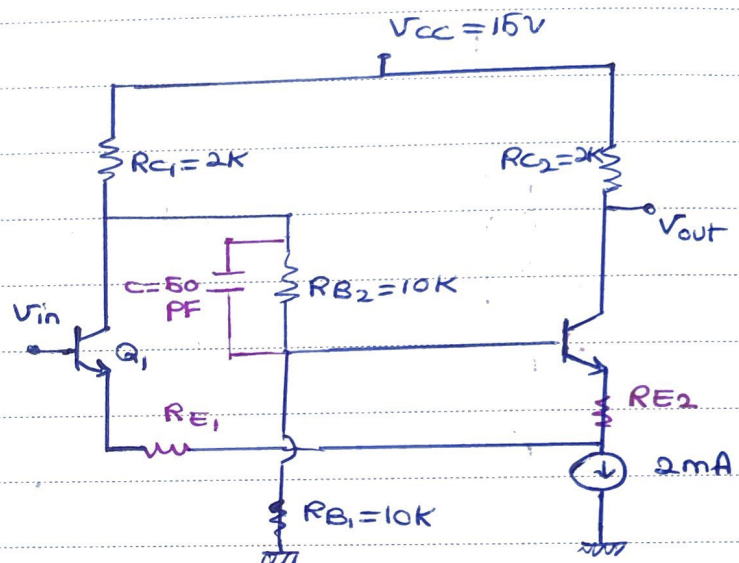
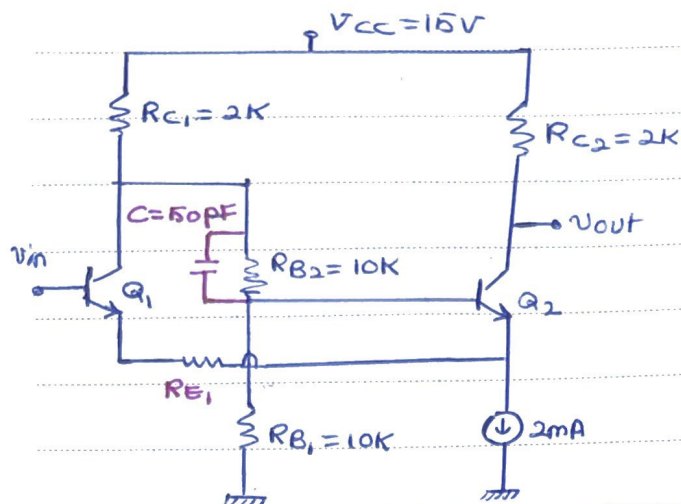
$$V_{TP}' - (6.12 - V_{EE2}) = 0.5$$

$$V_{TP}' = V_{TP} - V_{EE2} = V_{TP} - R_{E2} I_{EE}$$

Subject

Date

"Trimming LTP and UTP"



Subject

Date

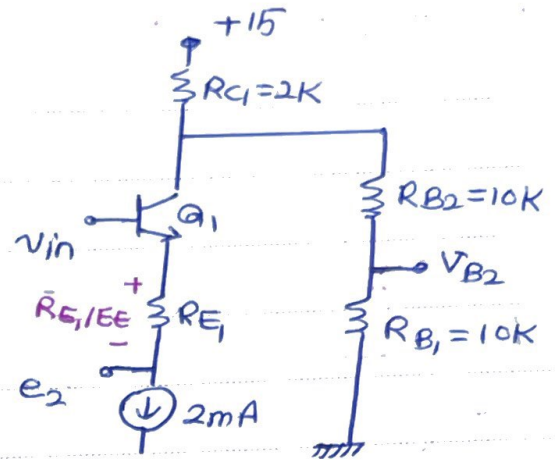
Trimming LTP & UTP

$$V_{B2} - V_{E2} = 0.5 \Rightarrow$$

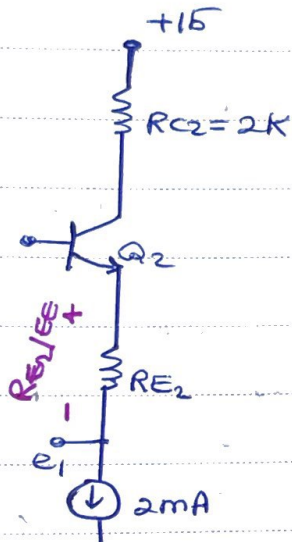
$$V_{B2} - (LTP' - 0.7 - R_{E1} I_{E1}) = 0.5$$

$$LTP' = V_{B2} + 0.7 - 0.5 + R_{E1} I_{E1} =$$

$$LTP + R_{E1} I_{E1}$$



By Adjusting R_{E1} , LTP could be trimmed accurately



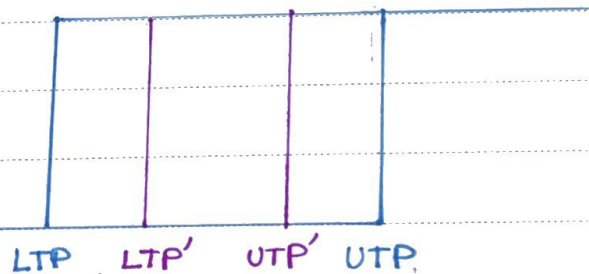
$$V_{BE1} = 0.5 \Rightarrow \text{State change}$$

$$V_{in} - (V_{B2} - 0.7 - R_{E2} I_{E2}) = 0.5$$

$$UTP = V_{B2} - 0.7 + 0.5 = V_{B2} - 0.2$$

$$UTP' = V_{B2} - 0.2 - R_{E2} I_{E2}$$

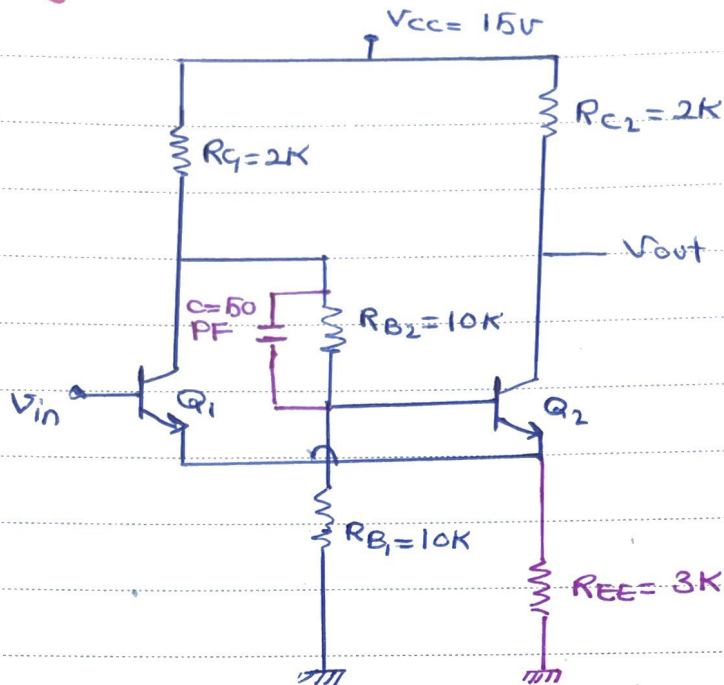
$$UTP' = UTP - R_{E2} I_{E2}$$



Subject

Date

~ Using REE instead of current source ~



$$Q_1: 0 \text{ PF} \Rightarrow I_{E2} = \frac{6.11}{3} = 2.03 \text{ mA}$$

$$V_{B2} = 15 \times \frac{10}{10+10+2} = 6.11 \Rightarrow V_{E2} = 6.11 \quad V_{out} = V_{CC} - R_{C2} \frac{V_{B2} - V_{E2}}{R_E} = 10.194$$

$\Rightarrow UTP = 0.5 + 6.11 = 6.61 \text{ V}$ which is exactly with IEE current Source.

Now inspecting the case of

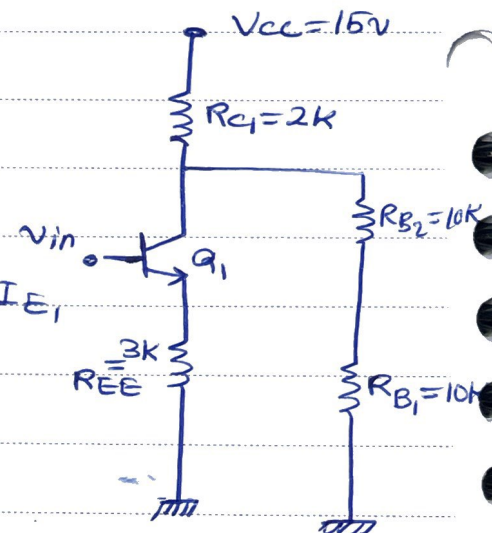
$Q_1: 10 \text{ n}, Q_2: 0 \text{ PF}$

$$V_{E2} = V_{E1} = V_{in} - 0.7$$

$$V_{B2} = V_{C1} \times \frac{10}{10+10+2} \quad \& \quad V_{C1} = V_{CC} - 2 \times \alpha \times I_{E1}$$

$$\& I_{E1} = \frac{V_{in} - 0.7}{3K}$$

$$LTP: V_{BE2} = 0.5 \Rightarrow V_{in} = ?$$



Subject

Date

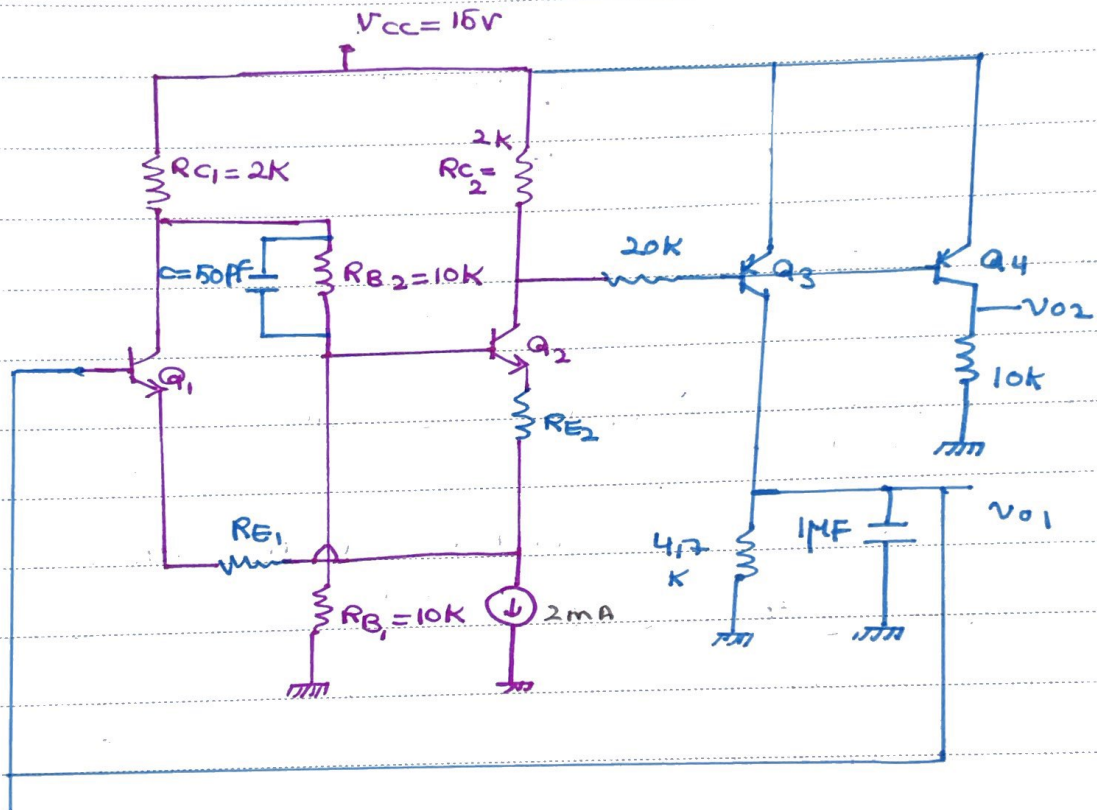
$$V_{CC} - V_{C1} = \alpha \frac{V_{in} - 0.7}{R_{EE}} + \frac{V_{C1}}{R_{B1} + R_{B2}} \quad \& \quad V_{B2} = V_{C1} \times \frac{10}{10+10+2}$$

$$\text{LTP: } V_{E2} = V_{E1} = V_{in} - 0.7; \quad V_{BE2} = 0.5 = V_{B2} - (V_{in} - 0.7) \Rightarrow V_{in} = \text{LTP}$$

$$V_{C1} = 14.4 - 0.606 V_{in}; \quad V_{B2} = 7.3 - 0.303 V_{in} \Rightarrow 7.3 - 0.303 V_{in} - (V_{in} - 0.7) = 0.5$$

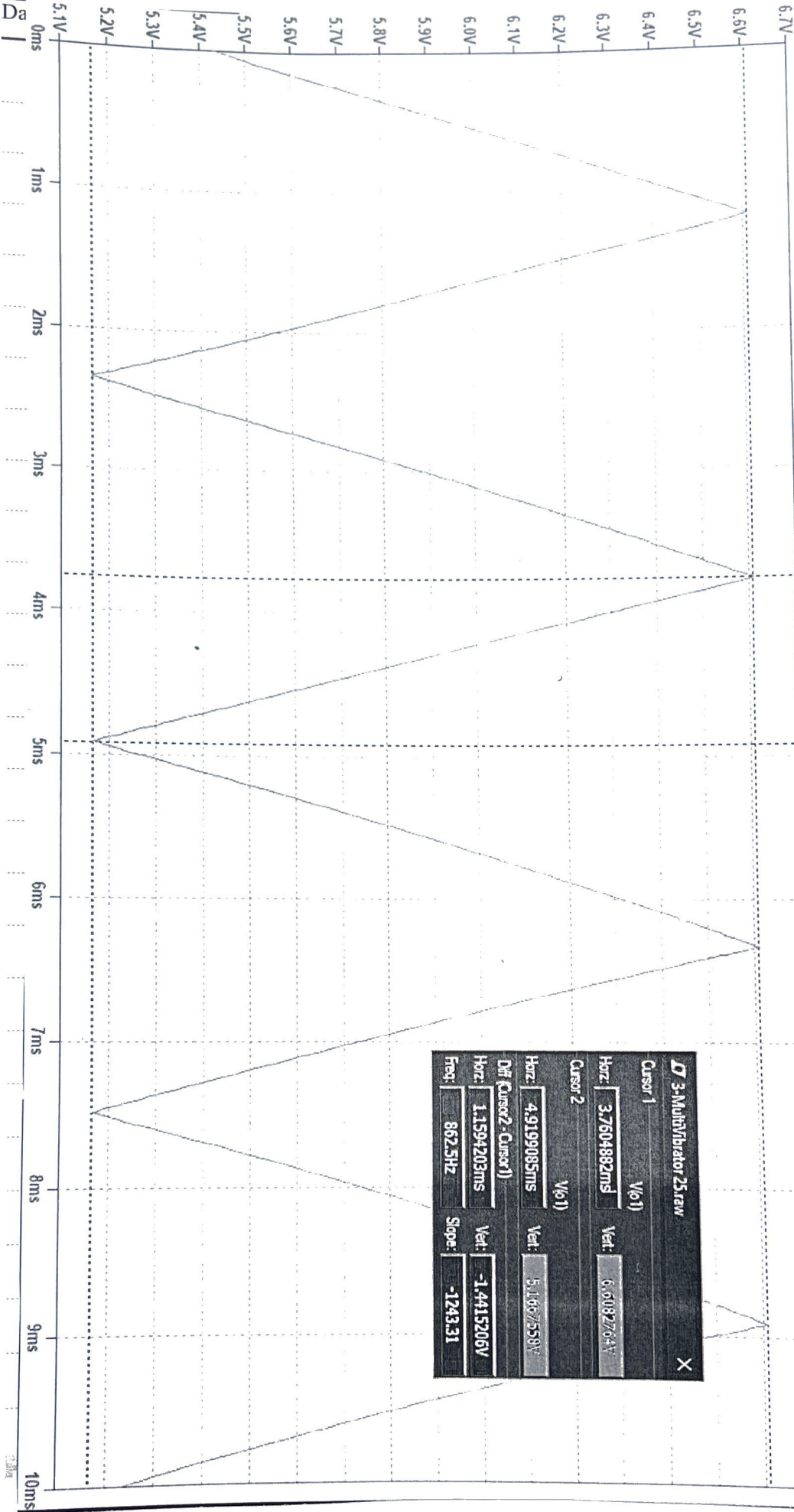
$$\Rightarrow \text{LTP} = 5.76 \text{ V}$$

"Triangle Pulse Generator"



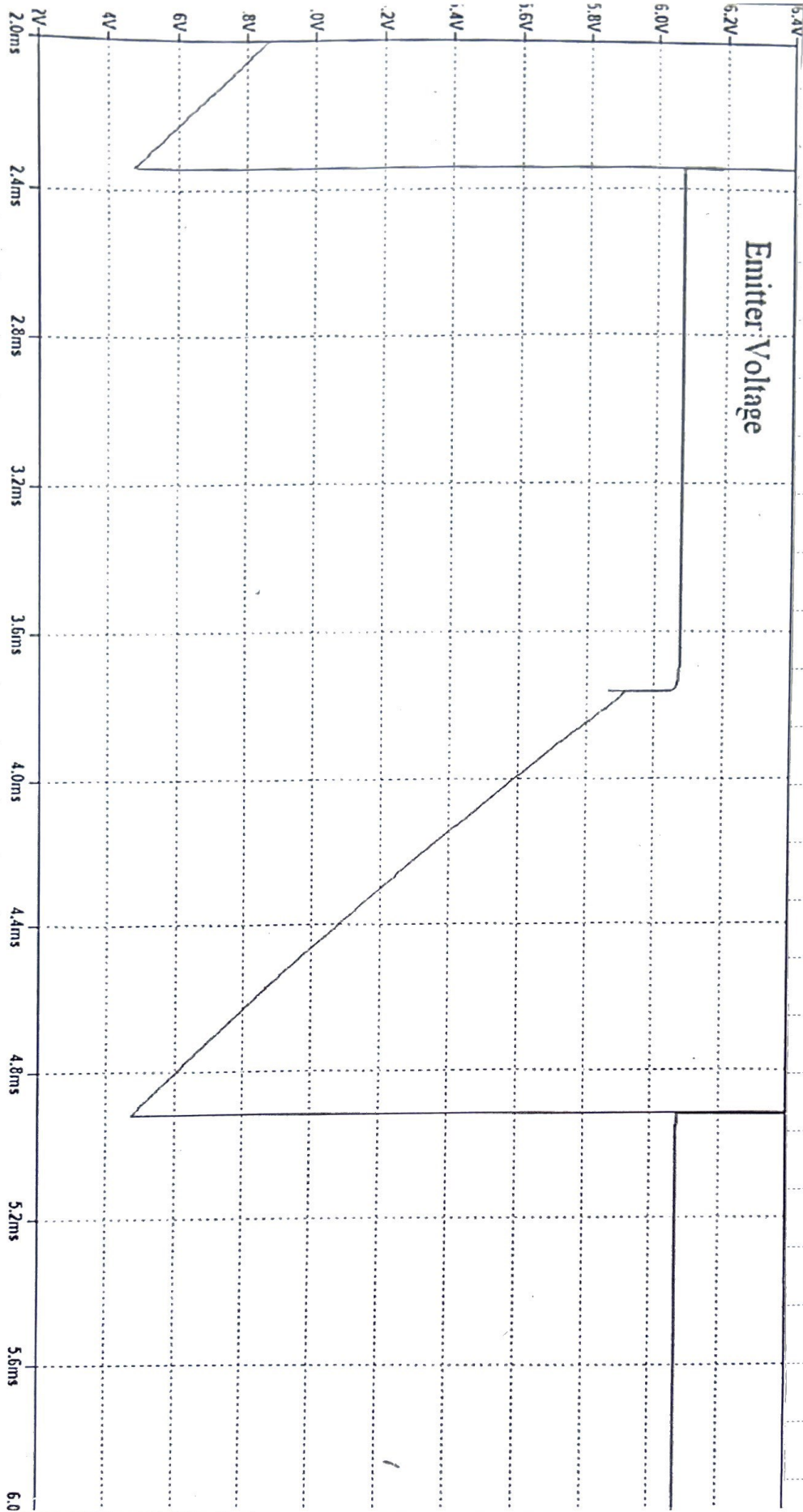
Triangle Pulse Generator

Subject
Date



Subject
Date

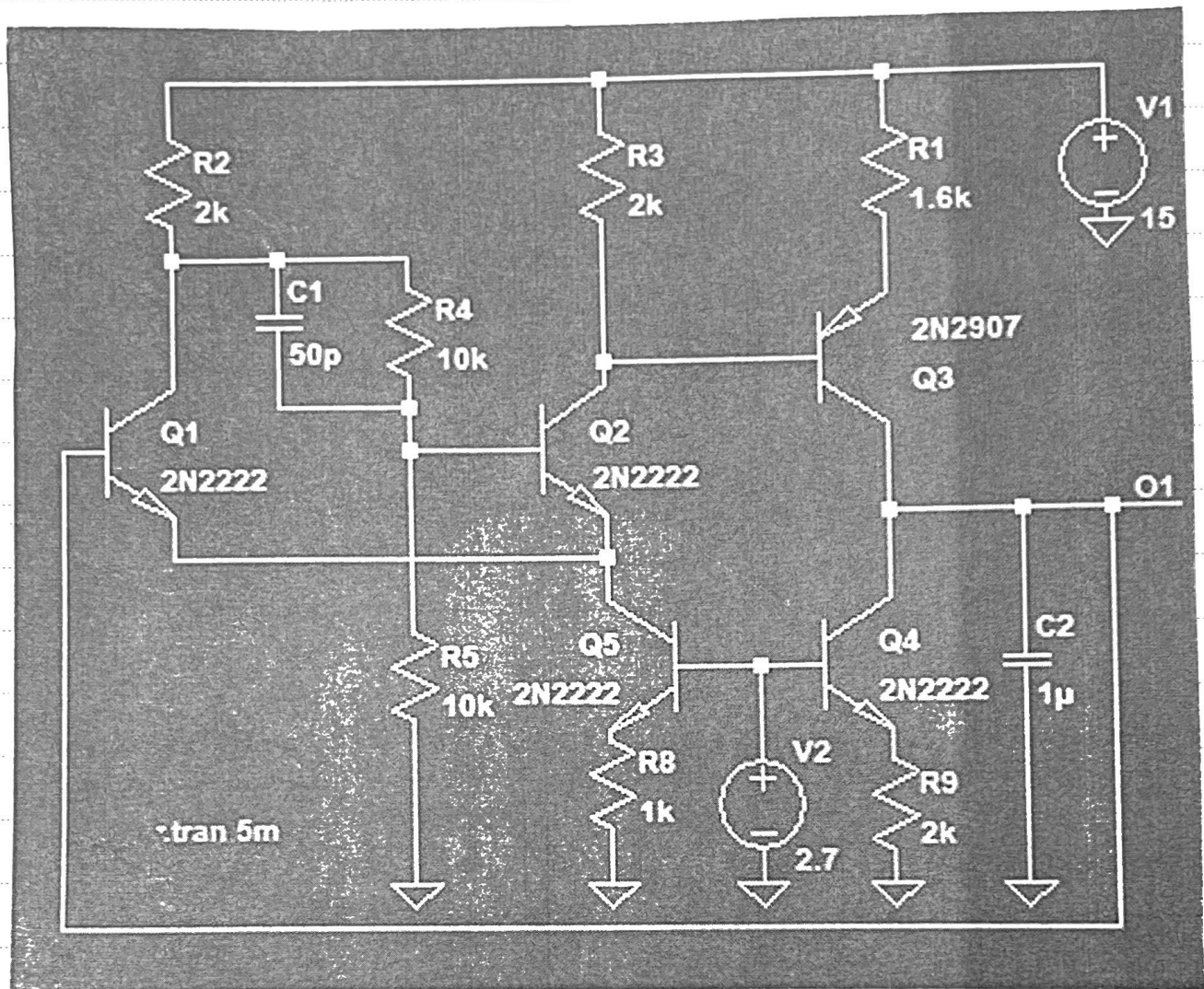
Triangle Pulse Generator



Subject

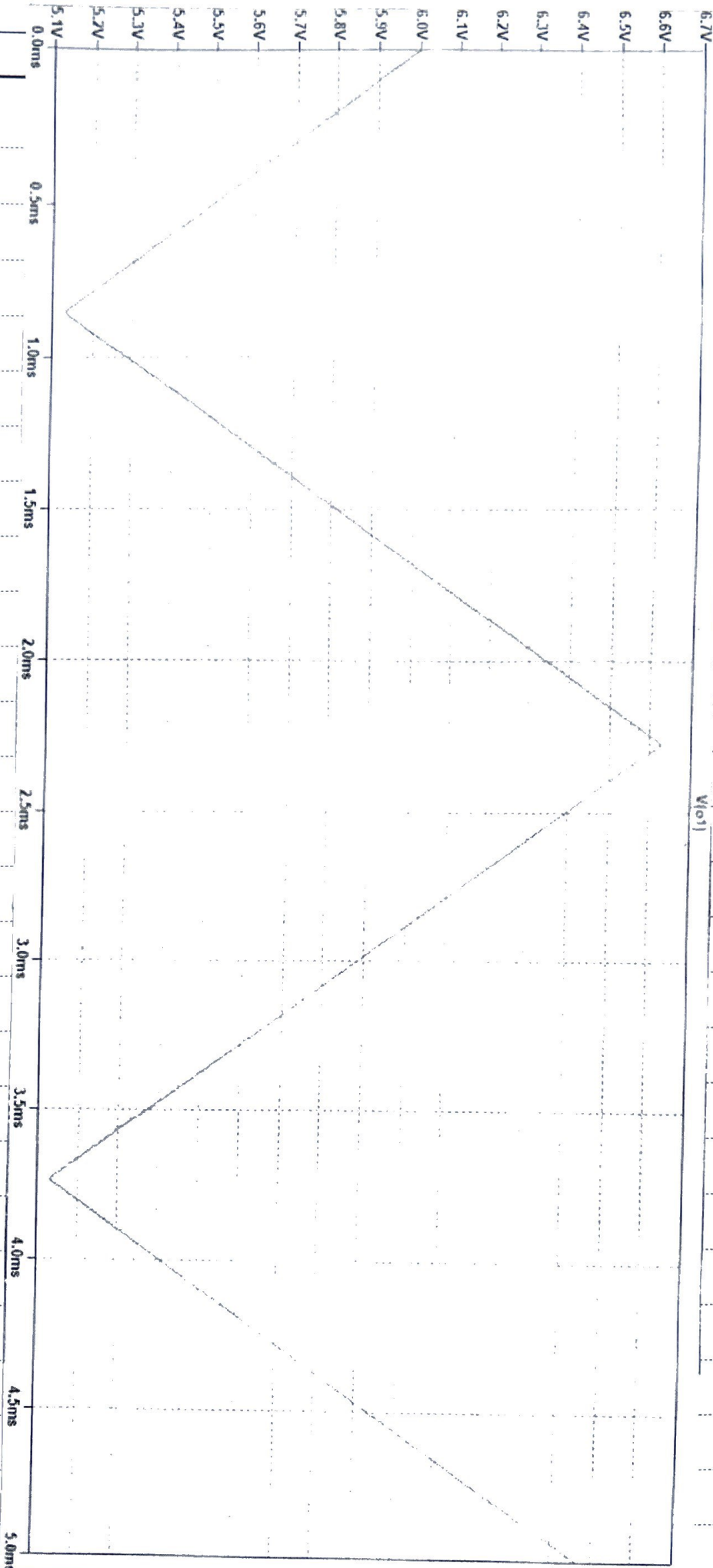
Date

Triangle Wave Generator



Subject
Date

Triangl wave Generator

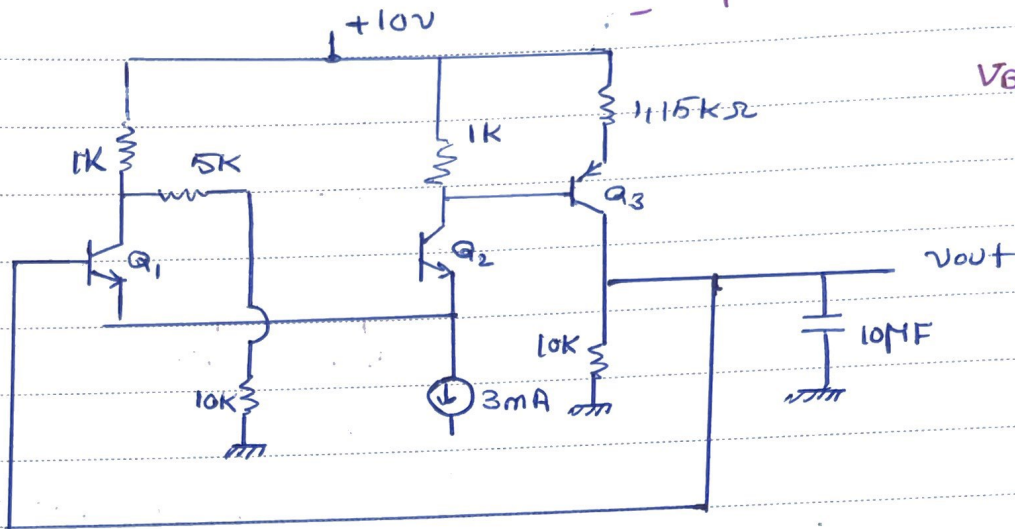


Subject

Date

جلسه ۱۲: اداریه استیبلایز و ولج منسک (MUI3)

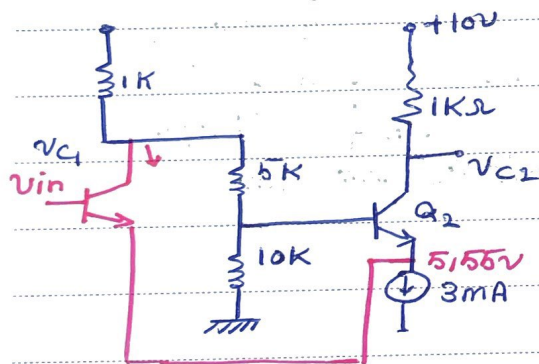
سیارخاسه UTP و LTP نقشه زیر، نقشه موج خروجی را بنویسید. رسم کنید هم چنین شکل موج امپلیر Q_1 و Q_2 را هم بنویسید رسم کنید.



$$V_{BE(ON)} = 0.7$$

$$\beta = 200$$

$Q_1: \text{OFF}$, $Q_2: \text{ON}$



$$V_{C2} = 10 - 1K \times 3mA = 7V$$

$$V_{B2} = 10 \times \frac{10K}{10K + 5K + 1K} = 6.25V$$

$$V_{E2} = 6.25 - 0.7 = 5.55V$$

$$V_{E1} = V_{E2}$$

تقریباً ولتاژ استیبلایز می دهیم $V_{BE1} = 0.5V$

$$V_{TP} = 0.5 + V_{E2} = 0.5 + 5.55 = 6.05V$$

$Q_1: \text{ON}$ و $Q_2: \text{OFF}$

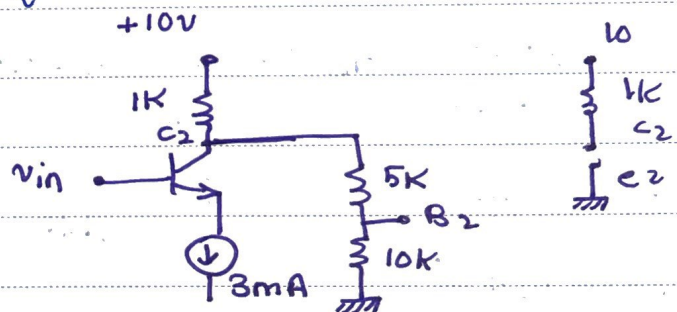
$$\frac{10 - V_{C1}}{1K} = 3mA + \frac{V_{C1}}{15K}$$

$$150 - 15V_{C1} = 45 + V_{C1} \rightarrow 16V_{C1} = 105$$

$$V_{C1} = 6.56V \rightarrow V_{B2} = V_{C1} \times \frac{10}{15} = 4.37V$$

$$V_{BE2} = 0.5V$$

تقریباً ولتاژ استیبلایز می دهیم $V_{BE2} = 0.5V$

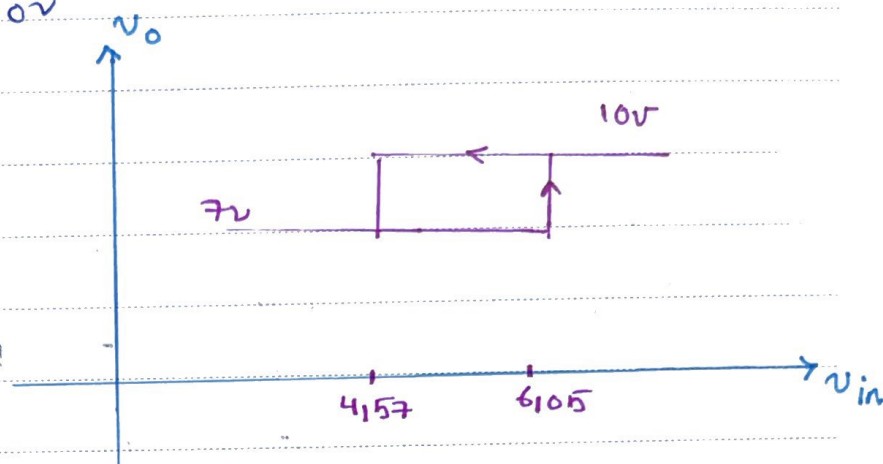


Subject

Date

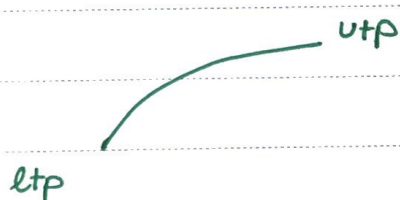
$$V_{BE2} = V_{B2} - V_{E2} = 4.37 - (LTP - 0.7) = 0.5$$

$$LTP = 4.57V ; V_{C2} = 10V$$



سازمان در حالت دائمی

$$Q_1: 0.01F, Q_2: 0.01N$$



$$V_{C1} = 7V \rightarrow V_{E3} = 7.7 \rightarrow I_{E3} = \frac{10 - 7.7}{1.15m} = 2mA$$

$$V_o(t) = V_{SS} + (V_o(0^+) - V_{SS})e^{-t/\tau}, \tau = \frac{10K \times 10\mu F}{1.15m} = 0.015$$

$$V_{SS} = 20V ; V_o(0^+) = LTP = 4.57$$

$$V_o = 20 + (4.57 - 20)e^{-t/\tau}$$

$$V_o(t=t_1) = UTP = 6.05 = 20 - 15.43e^{-t_1/\tau}$$

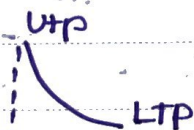
$$+ \frac{13.45}{15.43} = e^{-t_1/\tau}, t_1 = 0.015 = 10ms$$

$$V_o(0^+) = UTP$$

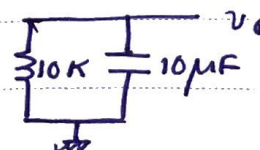
$$V_o(t) = 6.05e^{-t/\tau}$$

$$V_o(t_2) = 6.05e^{-t_2/\tau} = 4.57$$

$$t_2 = -0.28 \times 0.1 = 0.028 = 28ms$$

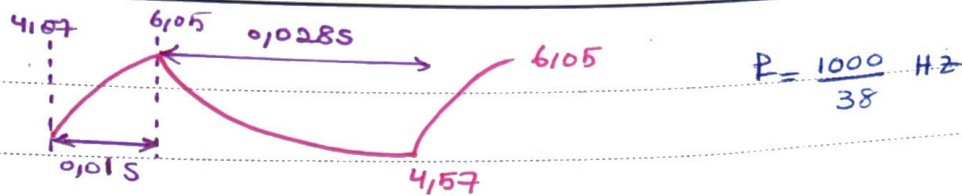


زمان تست



Subject

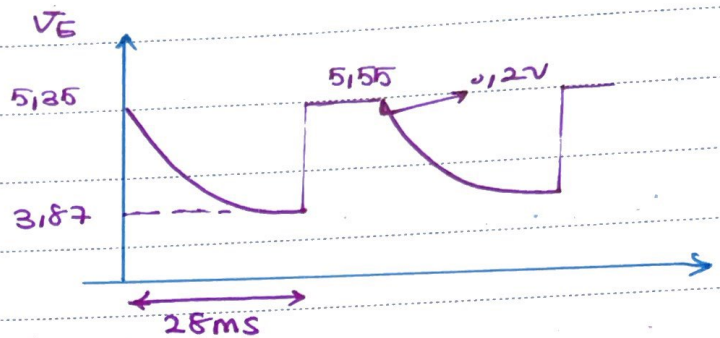
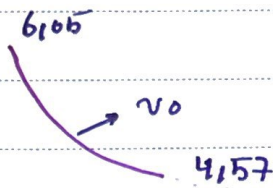
Date



$Q_1: \text{ON}, Q_2: \text{OFF}, Q_3: \text{OFF}$

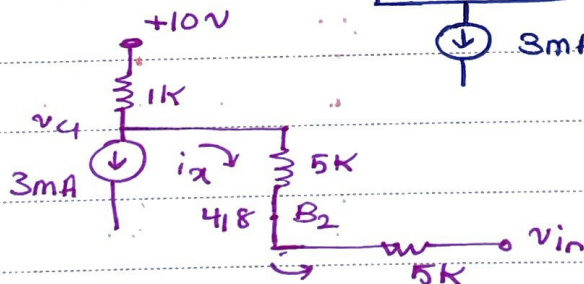
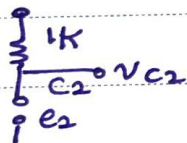
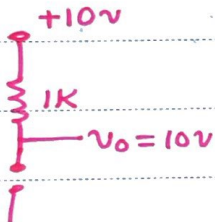
$Q_1: \text{ON} \rightarrow v_{B2} = v_{B1} = v_o - 0.7\text{V}$

$\Rightarrow v_E = v_o - 0.7$



$Q_1: \text{OFF}, Q_2: \text{ON} \rightarrow v_{B2} = 6.125$

$\rightarrow v_E = 5.155$



فرض: $\begin{cases} Q_1: \text{ON} \\ Q_2: \text{OFF} \end{cases}$

$v_{c2} = 10\text{V}$

$Q_2: \text{OFF}$

$Q_1: \text{ON}$

$v_{E1} = 5 - 0.7 = 4.3$

Subject

Date

iP & iP

$$V_{B2} = 0.5 + V_{E1} = 4.8 \text{ V}$$

شرط قطع و وصلی

$$\frac{10 - V_{C1}}{1K} = 3 + \frac{V_{C1} - 4.8}{5K} ; 50 - 5V_{C1} = 15 + V_{C1} - 4.8$$

$$6V_{C1} = 39.8 \rightarrow V_{C1} = 6.63 \text{ V}$$

$$i_x = \frac{6.63 - 4.8}{5K} = 0.366 \text{ mA}$$

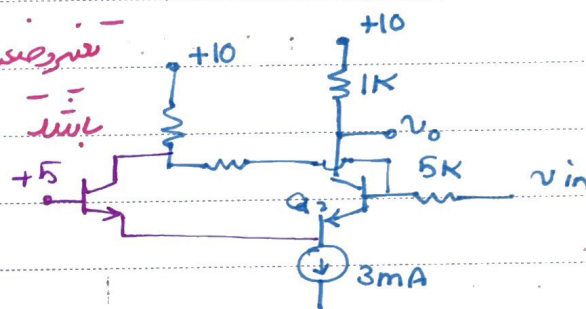
$$v_{in} = 4.8 \text{ V} - 5 \times 0.366 = 2.97 \text{ V} = U_{TP}$$

$$\text{iP } v_{in} > 2.97 \rightarrow \begin{cases} Q_1: \text{OFF} \\ Q_2: \text{ON} \end{cases}$$

$$v_o = 10 - 1 \times 3 = 7 \text{ V}$$

بافتن در خروجی
 $\begin{cases} Q_1: \text{OFF} \\ Q_2: \text{ON} \end{cases}$

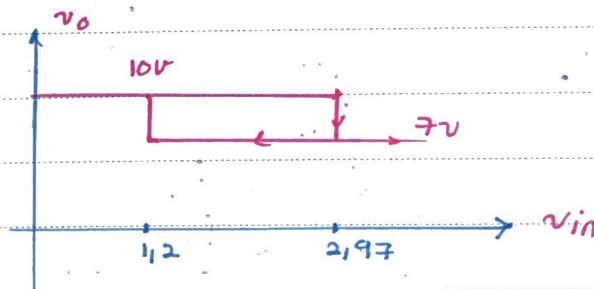
فرض می‌کنیم که ترانزیستور Q_1 در حالت قطع است
 $V_{BE1} = 0.5 \text{ V}$



$$V_{B1} = 5 \text{ V} \rightarrow V_{E1} = 4.5 \text{ V} = V_{E2}$$

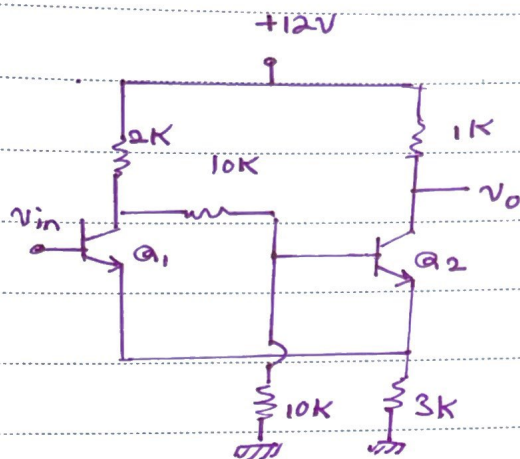
$$\Rightarrow V_{B2} = 5.2 \text{ V}$$

$$i_y = \frac{10 - 5.2}{6K} = 0.8 \text{ mA} \rightarrow L_{TP} = 5.2 - 5 \times 0.8 = 1.2 \text{ V} = L_{TP}$$

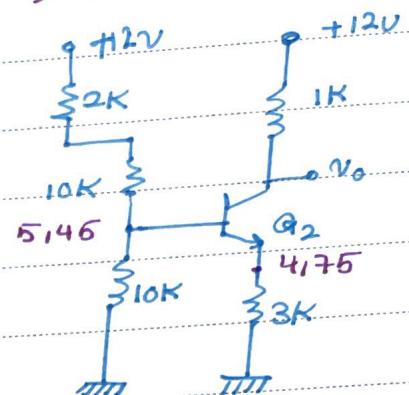


Subject

Date



فرض: $Q_1: 0PF, Q_2: 0N$



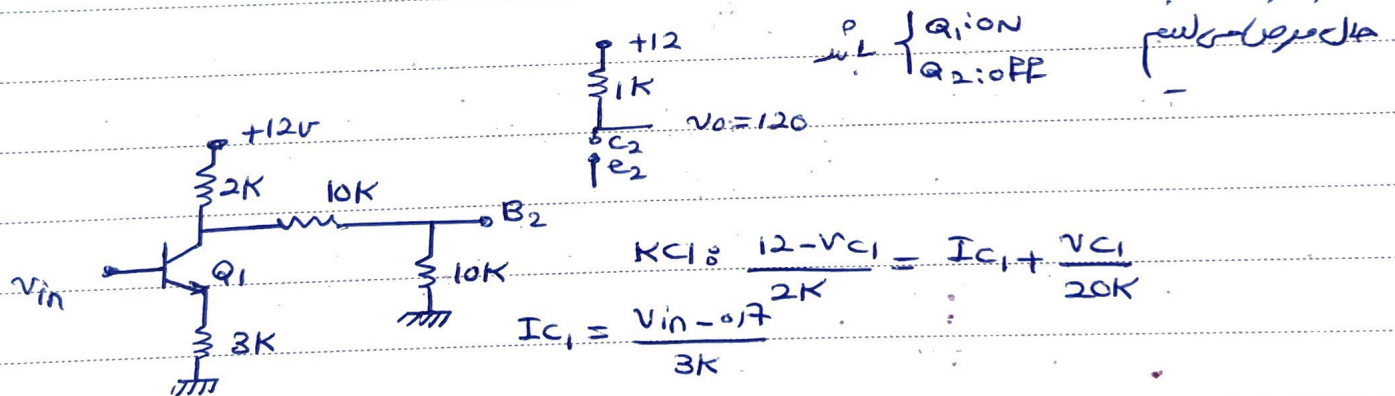
$$V_{B2} = 12 \times \frac{10}{10+10+2} = 5.45 \rightarrow V_E = 4.75$$

$$I_{E2} = \frac{4.75}{3K} = 1.58 \text{ mA} ; V_o = 12 - 1 \times 1.58 = 10.42 \text{ V}$$

$$V_{BE1} = V_{in} - 4.75 ; \text{if } V_{BE1} = 0.5 \rightarrow$$

حالت سبقت درستی

$$\rightarrow V_{TP} - 4.75 = 0.5 \rightarrow V_{TP} = 5.25$$



$$KCL: \frac{12 - V_{C1}}{2K} = I_{C1} + \frac{V_{C1}}{20K}$$

$$I_{C1} = \frac{V_{in} - 0.7}{3K}$$

$$6 - 0.5V_{C1} = \frac{V_{in} - 0.7}{3K} + 0.05V_{C1} ; V_{B2} = V_{C1} \times \frac{10}{10+10} = 0.5V_{C1}$$

$$\rightarrow 6 - V_{B2} = \frac{1}{3} V_{in} - 0.233 + 0.1 V_{B2}$$

$$1.1 V_{B2} + \frac{1}{3} V_{in} = 6.233 ;$$

اگر $V_{BE2} = 0.5$ شود فیلد سبقت درستی من شود و درستی است

Subject

Date

$$V_{BE2} = V_{B2} - V_{E2} \text{ و } V_{E2} = V_{in} - 0.7$$

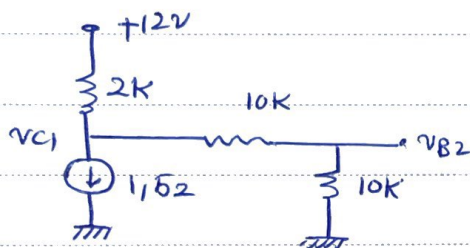
$$\rightarrow V_{BE2} = V_{B2} - V_{in} + 0.7 \stackrel{VL}{=} 0.5 \quad \text{OR: } V_{B2} - V_{in} = -0.2 \text{ OR } V_{B2} = V_{in} - 0.2$$

$$\rightarrow (1/1)(LTP - 0.2) + 1/3 LTP = 6.233$$

$$\rightarrow 1.433 LTP = 6.453 \rightarrow LTP = 4.15 \text{ V}$$

سراسر V_{C1} را در این حالت حساب کنیم. در ادامه مثال بودن Q_1 مطمئن هستیم در حالت $V_{in} = 5.25 \text{ V}$ (در استاندارد ورودی این تقارن)

$$\text{IF } V_{in} = 5.25 \text{ V} \rightarrow I_{E1} \approx I_{C1} = \frac{5.25 - 0.7}{3 \text{ K}} = 1.52$$

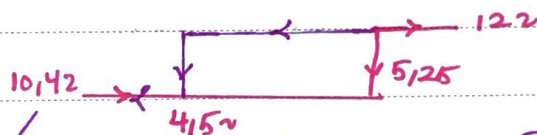


$$\frac{12 - V_{C1}}{2 \text{ K}} = 1.52 + \frac{V_{C1}}{20}$$

$$\rightarrow 0.55 V_{C1} = 4.48$$

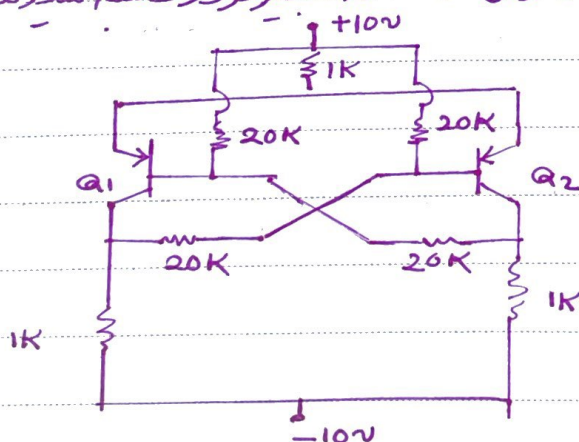
$$\rightarrow V_{C1} = 8.1 \text{ V}$$

پس Q_1 در ادامه مثال است



مثال: سطح زیر یک مولتی ویمپر اتورس استایل را نشان می دهیم. ترانزیستورهای این هرگز به اشتباه نمی روند. الف) ترانزیستور Q_1 و Q_2 باشد و ترانزیستور Q_1 $\beta = 50$ است و یک هفت تریه های مدار را ببینید و در (انحراف بین ترانزیستور صرف نظر کنید).

ب) β_{min} برای Q_1 و Q_2 ترانزیستور خاموش از 3 V بیشتر شود. (مطمئن باشیم ترانزیستور خاموش، خاموش باقی می ماند).

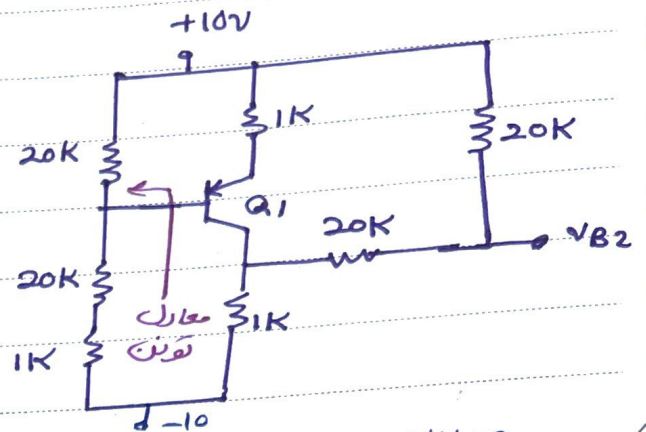
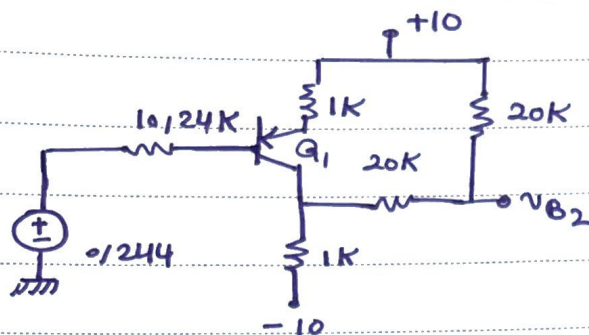


$$|V_{BE(ON)}| = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{BE} = 0.5 \text{ V}$$

Subject

Date



$$V_{th} = 10 \frac{20}{20+10} - 10 \times \frac{20}{20+10} = 0.244V, R_{th} = 20 \parallel 10 = 10.24k\Omega$$

$$-10 + I_E \cdot 1k + 0.7 + 10.24 \frac{I_E}{\beta+1} + 0.244 = 0 \rightarrow I_E = 7.55mA$$

$$I_C = \frac{\beta}{\beta+1} I_E = 7.4mA \rightarrow 7.4 + \frac{10 - V_C}{40k} = \frac{V_C - (-10)}{1k} \rightarrow V_C = -2.29V$$

$$\rightarrow V_{B2} = \frac{10 - (-2.29)}{40k} \times 20k - 2.29 = +3.85V$$

$$V_{E1} = V_{E2} = 10 - 1 \times I_E = 10 - 7.55 = +2.45V$$

$$\rightarrow V_{BE2} = 3.8 - 2.45 = 1.35V \rightarrow Q_2: \text{OFF (PNP)}$$

KVL:

$$-10 + (\beta+1)I_B \cdot 1k + 0.7 + 10.24I_B + 0.244 = 0$$

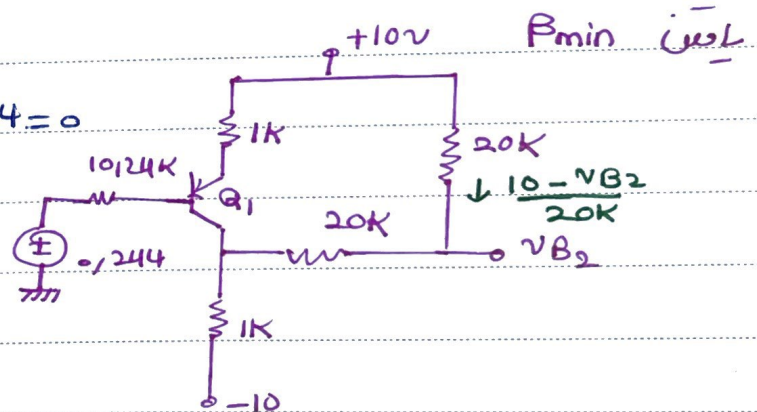
$$\rightarrow I_B = \frac{9.056}{\beta+11.24}$$

$$V_{C1} = V_{B2} - \frac{10 - V_{B2}}{20k} \cdot 20k$$

$$V_{C1} = V_{B2} - 10 + V_{B2} = 2V_{B2} - 10$$

$$KCL: \beta I_B + \frac{10 - V_{B2}}{20k} = \frac{2V_{B2} - 10 - (-10)}{1k}$$

$$\beta \frac{9.056}{\beta+11.24} + \frac{10 - V_{B2}}{20} = 2V_{B2} \rightarrow 2.05V_{B2} = 0.5 + \frac{9.056\beta}{\beta+11.24}$$



PCO

$$V_{B2} = 0,243 + \frac{4,42\beta}{\beta + 11,24}$$

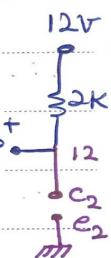
$$V_{EB} = 9,757 - \frac{13,476\beta + 9,056}{\beta + 11,24} \stackrel{=V}{=} 0,3$$

$$9,46 = \frac{13,48\beta + 9,056}{\beta + 11,24} \rightarrow 9,46\beta + 106,33 = 13,48\beta + 9,06$$

$$4,02\beta = 97,27 \rightarrow \beta_{min} = 24,2$$

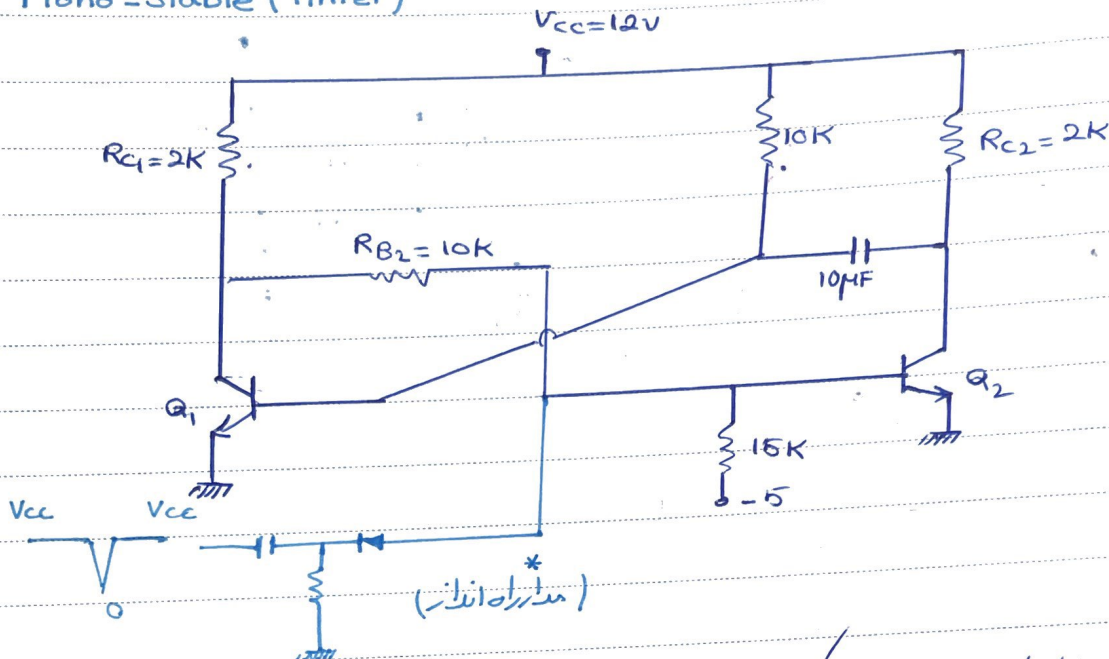
در
دار
اجا
باید
اسر

در این



11,3

Mono - Stable (Timer)



در حالتی که مدار را به حال خود رها کنیم (Stable mode)

در این حالت خازن با اتصال از زمین به سمت منبع تغذیه شارژ می‌شود. Q_1 روشن و Q_2 خاموش است. Q_1 روشن و Q_2 خاموش است. Q_2 خاموش است.

بنابراین Q_2 : OFF

اگر در این حالت مدار درست طراحی شده باشد Q_1 به اشباع می‌رسد و ولت‌رئ منفی برای Q_2 می‌رساند.

نتیجه $\left\{ \begin{array}{l} Q_1 : \text{اشباع} \\ Q_2 : \text{OFF} \end{array} \right.$

Stable mode

Q_1 : Saturated

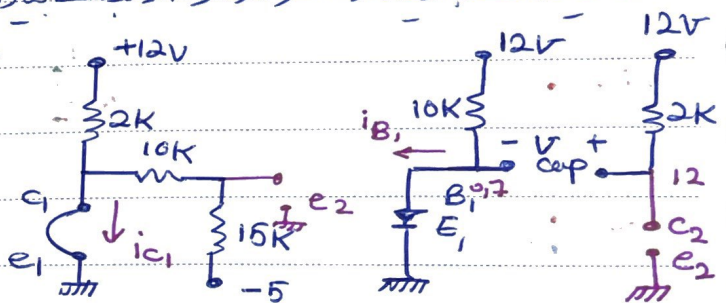
Q_2 : OFF

$$V_{B2} = -5 \times \frac{10}{10+15} = -2V$$

$$I_{B1} = 1.13 \text{ mA}$$

$$\beta_{\min} = \frac{5.18}{1.13} = 5.13$$

در این حالت باید ولت‌رئ منفی برای Q_2 باشد.

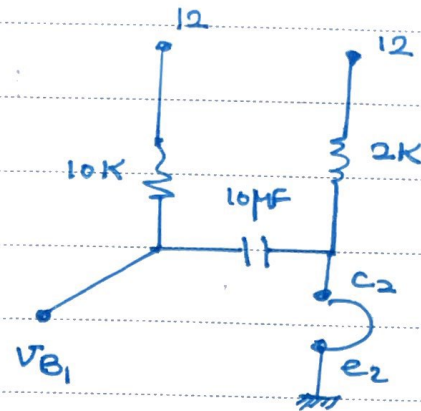
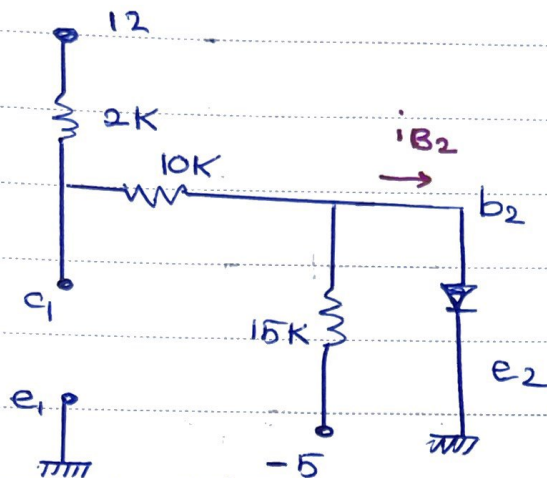


$$I_{C1} = \frac{12}{2K} - \frac{5}{25K} = 5.18 \text{ mA}$$

$$\& \quad I_{B1} = \frac{12-0.7}{10K}$$

$$V_{C(Q2)} = 12 - 0.7 = 11.3$$

After trigger :

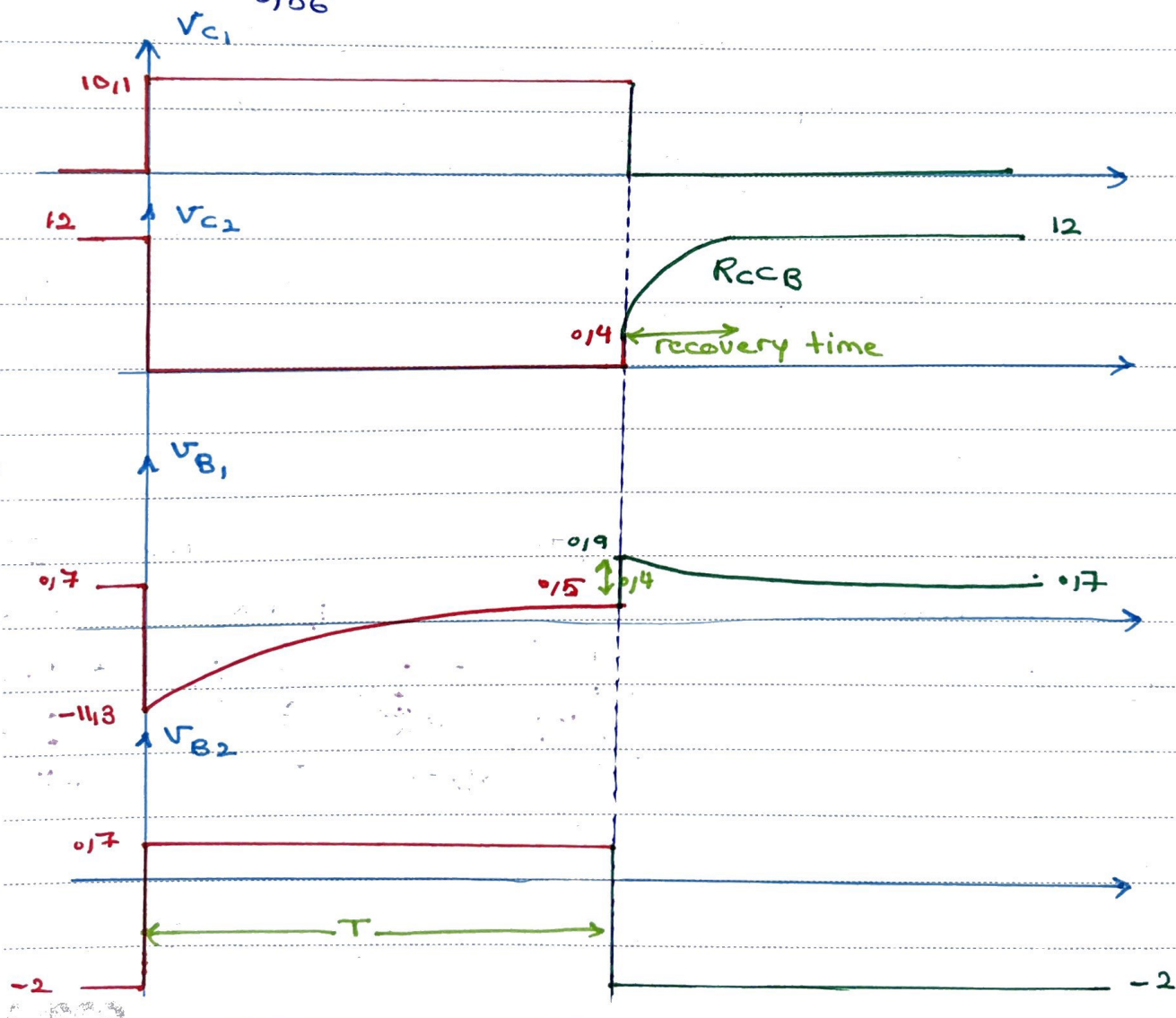


$$V_{C1} = 12 - 2 \times \frac{12 - 0.7}{12K} = 10.1V$$

$$I_{B2} = \frac{12 - 0.7}{12} - \frac{5.7}{15} = 0.56 \text{ mA}$$

$$I_{C2 \text{ max}} = \frac{12 - (-11.3)}{10K} + \frac{12}{2K} = 8.83 \text{ mA}$$

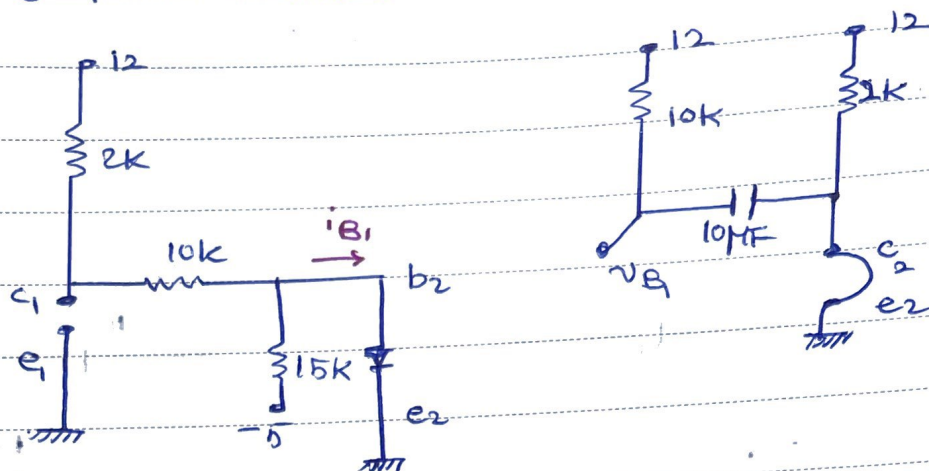
$$\beta_{\text{min}} = \frac{8.83}{0.56} = 14.87$$



subject:

Year Mont. Day ()

calculating period time :



$$V_{B1} = ? \quad \& \quad V_{B1}(0^+) = -V_{CC} + V_{BE(ON)}$$

$$V_{B1}(\infty) = V_{CC}$$

$$V_{B1} = V_{CC} + [-V_{CC} + V_{BE(ON)} - V_{CC}] e^{-t/RBCB}$$

$$V_{B1} \big|_{t=T} = 0.5V = V_{\gamma}$$

$$[-2V_{CC} + V_{BE(ON)}] e^{-T/RBCB} = -V_{CC} + V_{\gamma}$$

$$e^{-\frac{T}{\tau}} = \frac{-V_{CC} + V_{\gamma}}{-2V_{CC} + V_{BE(ON)}} = \frac{V_{CC} - V_{\gamma}}{2V_{CC} - V_{BE(ON)}} \Rightarrow T = -\tau \ln \frac{V_{CC} - V_{\gamma}}{2V_{CC} - V_{BE(ON)}} \approx$$

$$-\tau \ln \frac{1}{2} = \tau \ln 2$$

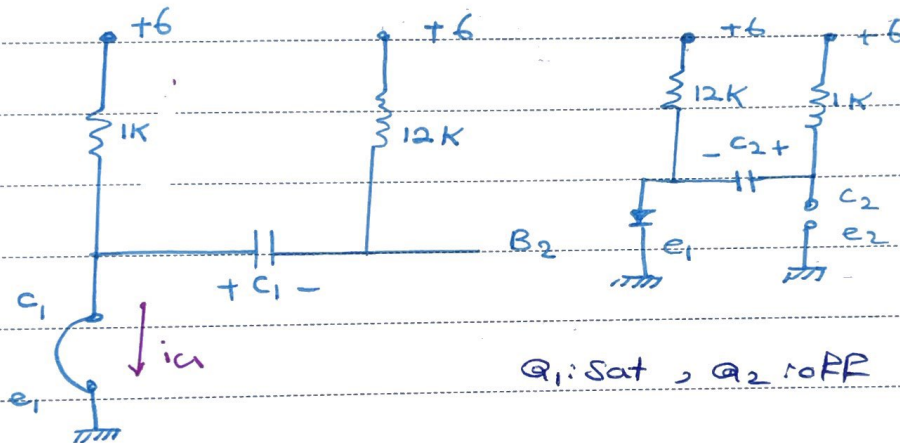
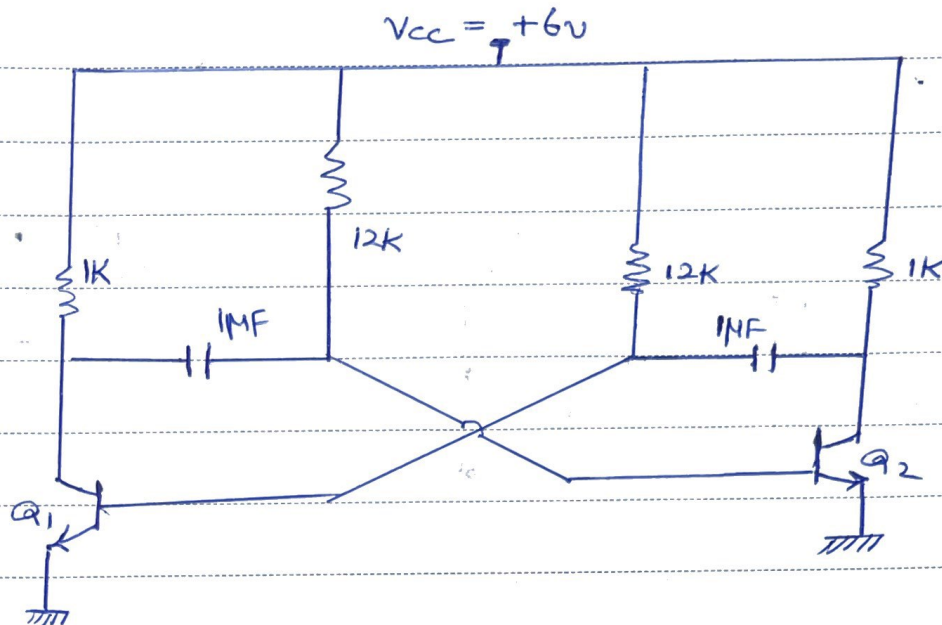
$$T = 100ms * \ln \frac{24 - 0.7}{12 - 0.5} \approx 70ms$$

Sadaq

subject:

Year Mont. Day ()

A-stable



$$V_{cap1(0^+)} = V_{cap2(\infty)} = 5.3V$$

$$V_{B2(0^+)} = -V_{cap1(0^+)} = -5.3V$$

$$V_{B2SS} = V_{CC} = 6$$

$$V_{B2(t)} = V_{CC} + (-V_{CC} + 0.7 - V_{CC})e^{-t/\tau}$$

$$V_{B2}(t=t_1) = 0.5 \Rightarrow \frac{V_{CC} - 0.5}{2V_{CC} - 0.7} = e^{-t_1/\tau}$$

$$t_1 = \tau \ln \frac{2V_{CC} - 0.7}{V_{CC} - 0.5} \quad t_1 \approx \tau \ln 2, \quad \tau = CR_B$$

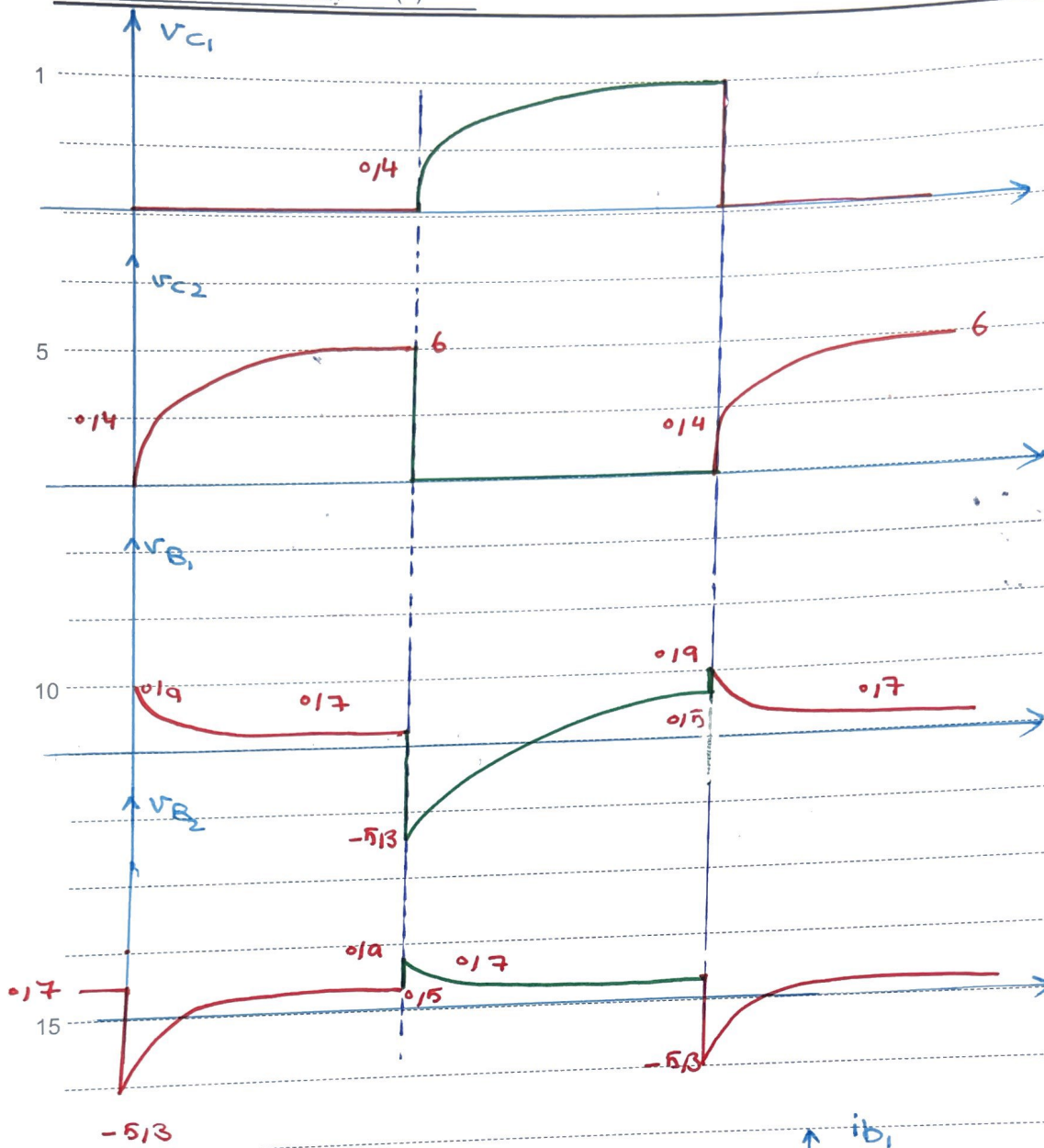
$$\tau = 12ms, \quad t_1 = 12ms * \ln \frac{12 - 0.7}{6 - 0.5} = 8.65ms$$

$$\tau = C * R_C = 1\mu F * 1K = 1ms, \quad V_{cap2(0^+)} = \text{last voltage of previous state}$$

— Sadaf $V_{cap2(0^+)} = -0.5V, V_{C2} = V_{B1(0^+)} - 0.5, V_{B1(0^+)} = 0.9, V_{C2(0^+)} = 0.4V$
(97)

subject:

Year Mont. Day ()



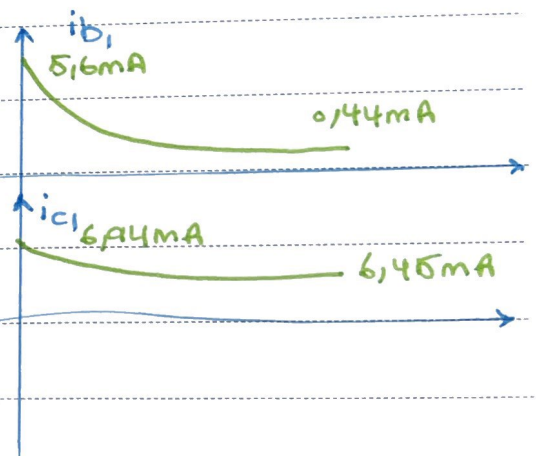
% $\beta_{D1, min, max}$

$$I_{B1} = \frac{6 - V_{B1}}{12K} + I_{C \text{ variable}}$$

$$I_B = \frac{6 - 0.17}{12K} = 0.44 \text{ mA}$$

$$I_{B \text{ Max}} = \frac{6 - 0.19}{12} + \frac{6 - (-0.15) - 0.19}{1K} = 6.11 \text{ mA}$$

$$I_{C1}(0^+) = \frac{6 - 0}{1K} + \frac{6 - (-5.13)}{12K} = 6.45 \text{ mA}$$



$$\beta_{min} = \frac{I_{C \text{ max}}}{I_{B \text{ min}}} = \frac{6.44}{0.44} = 15.77$$

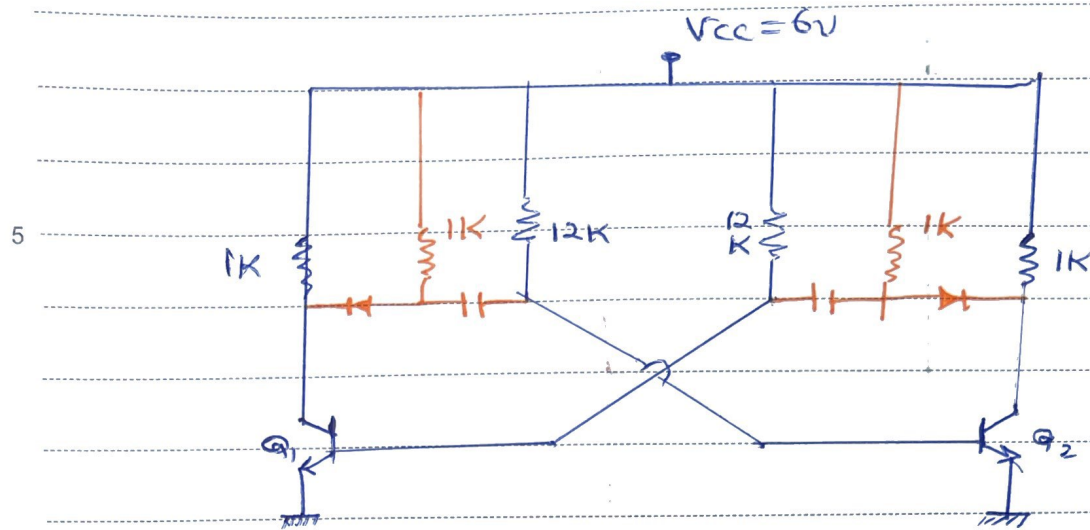
Sadaf

subject:

Year Mont. Day ()

1 Solving the output exponential form:

P. Jool



(پیش‌سازگی در ویسویکی این سیستم انجام شده)

25

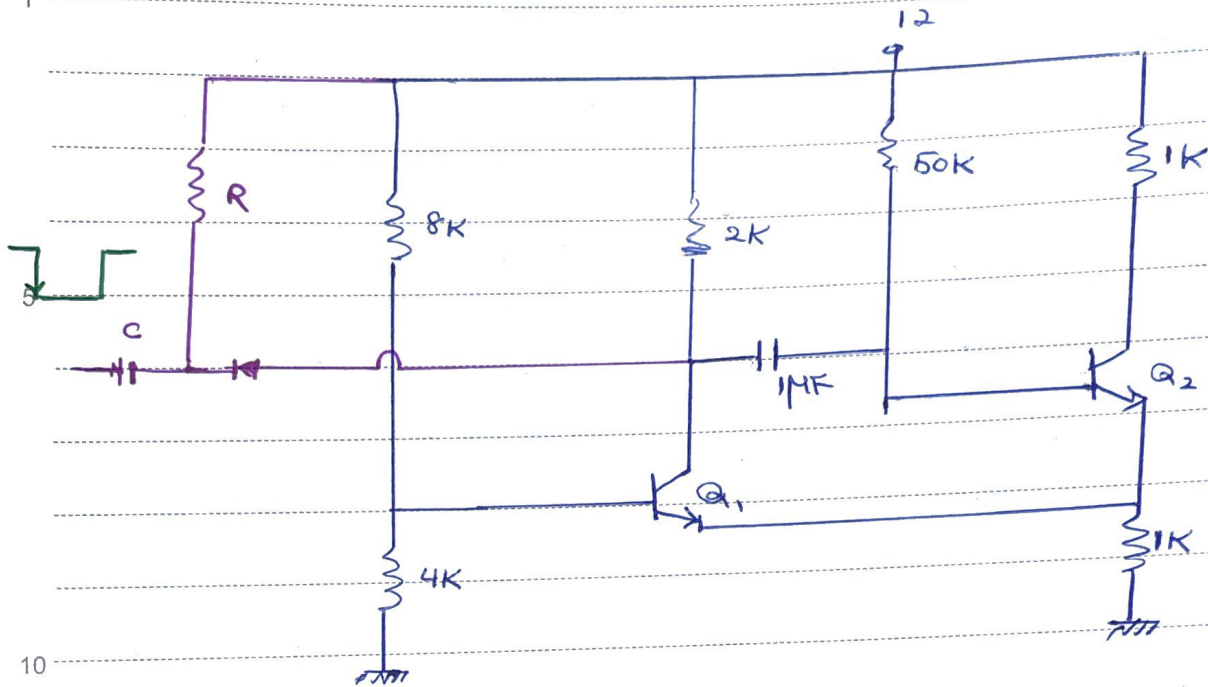
Sadaf

subject:

Year Mont. Day ()

حلبي ١٤ ٨ مونواسٽابل اميٽر ٽوپي (MUL5)

Emitter coupled Mono-Stable (Timer)



$$V_{BE_2(ON)} = 0.7, V_{BE_1(ON)} = 0.6V, V_{\gamma} = 0.5V, V_{CEsat} = 0.1V$$

$$\beta = 100$$

 $Q_1: OFF$

$$-12 + 50I_{B_2} + 0.7 + (\beta + 1)I_{B_2} \times 1K = 0$$

 $Q_2: ON$

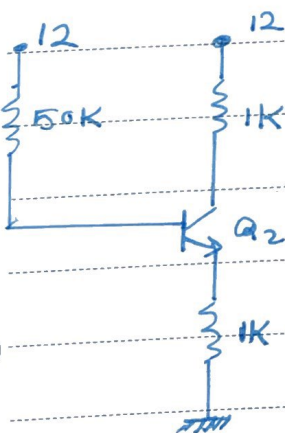
$$15I_{B_2} = 11.3 \Rightarrow I_{B_2} = 0.075mA$$

$$I_{C_2} = 7.5mA \Rightarrow V_{B_2} = 12 - 50 \times 0.075 = 8.125V$$

$$V_E = 7.55V; V_C = 12 - 1K \times 7.5mA = 4.5V$$

$$V_{CE} < 0 \Rightarrow Q_2: \text{Saturated}$$

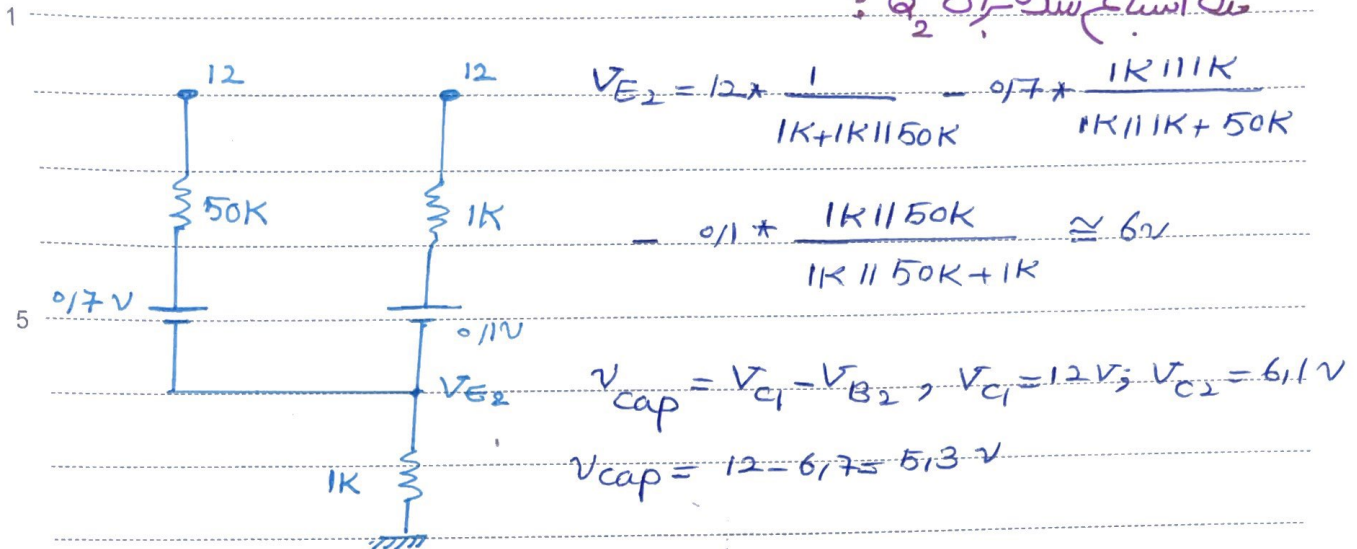
recalculate



Sadaf

subject:

Year Mont. Day ()

حل اسباب شده برای Q₂:

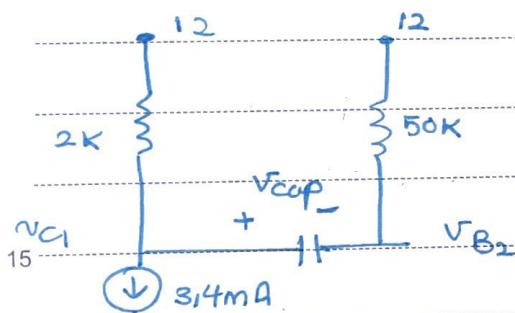
10

AFTER trigger

Q₁: ON, Q₂: OFF

$$V_{B1} = 4V \Rightarrow V_E = 3.4V \Rightarrow I_{E1} = 3.4mA \approx I_{C1}$$

$$V_{C1}(0^+) = ?$$



$$\frac{12 - V_{C1}}{2} + \frac{12 - (V_{C1} - 5.3)}{50K} = 3.4mA$$

$$\Rightarrow V_{C1}(0^+) = 5.66V$$

$$\Rightarrow V_{B2}(0^+) = 5.66 - 5.3 = 0.36V \Rightarrow Q_2: OFF$$

$$V_{C1SS} = 12 - 2 \times 3.4 = 5.2V, V_{B2}(\infty) = 12$$

$$V_{C1}(t) = 5.2 + (5.66 - 5.2)e^{-t/\tau}$$

$$= 5.2 + 0.46e^{-t/\tau}$$

$$V_{B2}(t) = 12 + (0.36 - 12)e^{-t/\tau}$$

$$= 12 - 11.64e^{-t/\tau}$$

$$\tau = (R_B + R_C) \times C = 52K \times 1\mu F = 52ms$$

$$V_{E2} = V_{E1} = 3.4$$

$$\text{if } V_{B2} = 0.5 + V_{E2} \rightarrow +, \text{ then } Q_2: ON$$

25

$$V_{B2}|_{t=t_1} = 3.9, 12 - 11.64e^{-t_1/52ms} = 3.9 \Rightarrow t_1 = 18.85ms$$

Sadaf

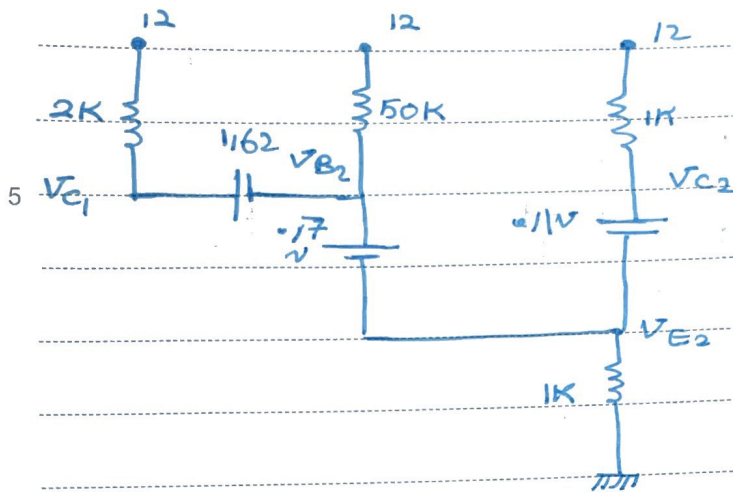
$$V_{C1}(t = 18.85ms) = 5.2 + 0.46e^{-t_1/52} = 5.52$$

$$V_{cap}(t = 18.85ms) = 5.52 - 3.9 = 1.62$$

subject:

Year Mont. Day ()

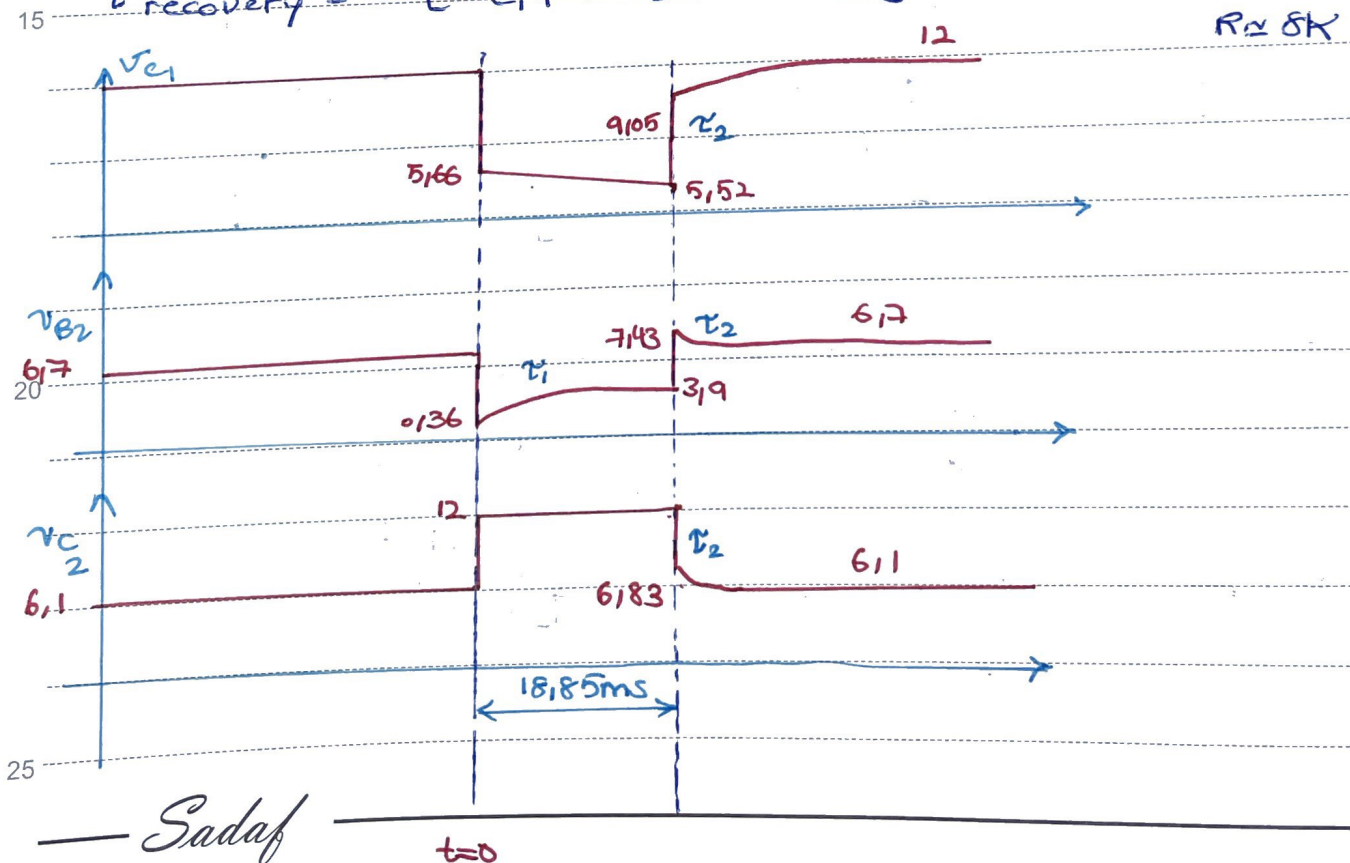
1 Recovery is : $t > 18,85 \text{ ms}$ $Q_2: \text{ON}$
 $t = 18,85 \text{ ms}^+$ $Q_1: \text{OFF}$



$$\frac{12 - 0.1 - V_{E2}}{1K} + \frac{12 - 0.7 - V_{E2}}{50K} + \frac{12 - 1.62 - 0.7 - V_{E2}}{2K} = \frac{V_{E2}}{1K}$$

$$V_{E2} = 6.73 \Rightarrow V_{C2} = 6.83 \text{ V} \quad V_{B2} = 7.43, \quad V_{C1} = 9.05 \text{ V}$$

$$\tau_{\text{recovery}} = C [R_{C1} + (R_{C2} \parallel R_E \parallel R_B)]$$



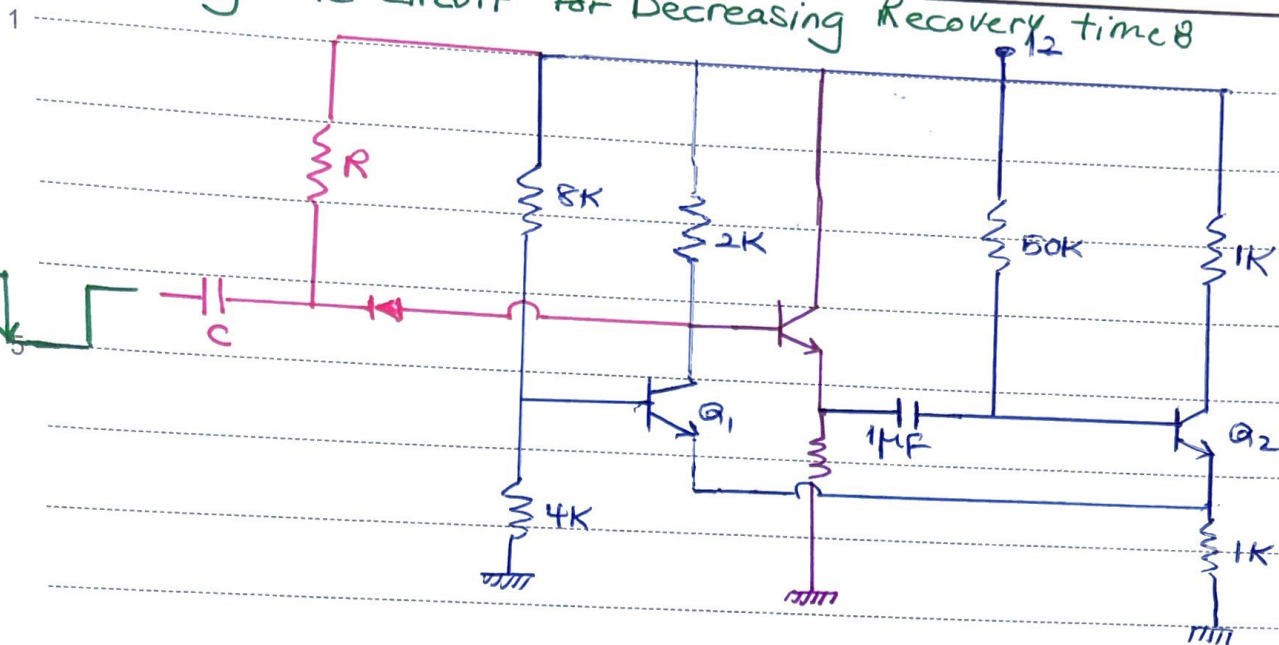
Sadaf

$t=0$

subject:

Year Mont. Day ()

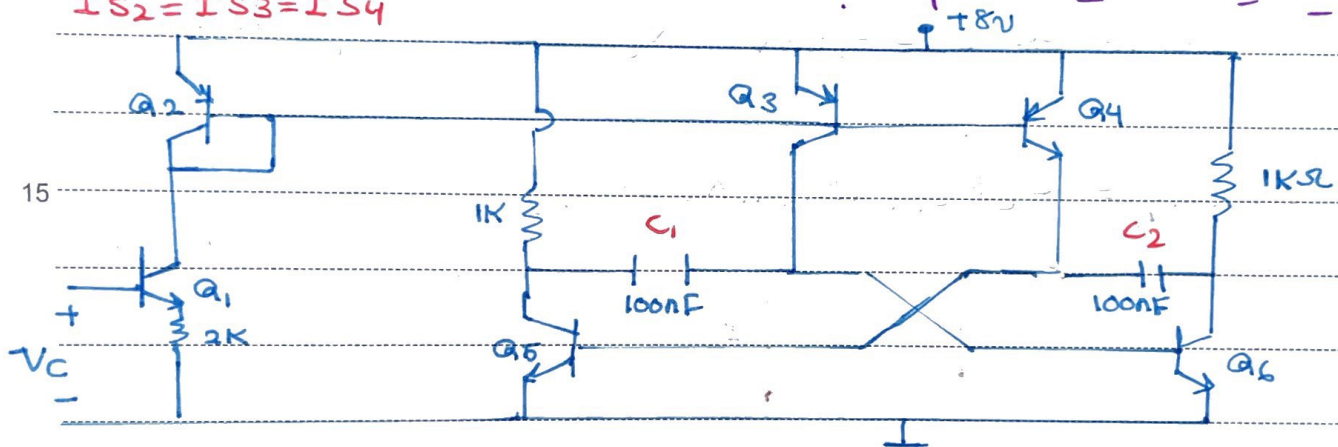
Trimming the circuit for Decreasing Recovery time



مثال: در شکل زیر مدار یک V_{CE} دیده می شود. رابطه بین V_C و فرکانس مدار را بدست آورید و شکل موج نقاط مختلف مدار را برای $V_C = 2.7V$ رسم کنید. خانزخم و مسطح مقدار V_C تعیین کنید. - از ترانسورها با هم مشابه هستند.

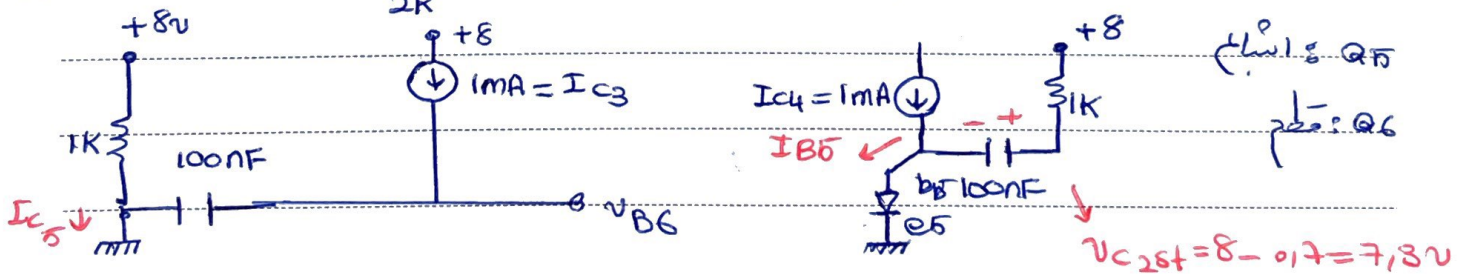
$V_{CESat} = 0$; $\beta = 50$

$I_{S2} = I_{S3} = I_{S4}$



افزون $V_C = 2.7V$

$$I_C \approx I_{E1} = \frac{2.7 - 0.7}{2K} = 1mA = I_{C2} = I_{C3} = I_{C4}$$



ولت‌اشاره ای $V_{CE} = 7.3V$ است. سطح بار برای $Q5$ در حالت

Sadaf

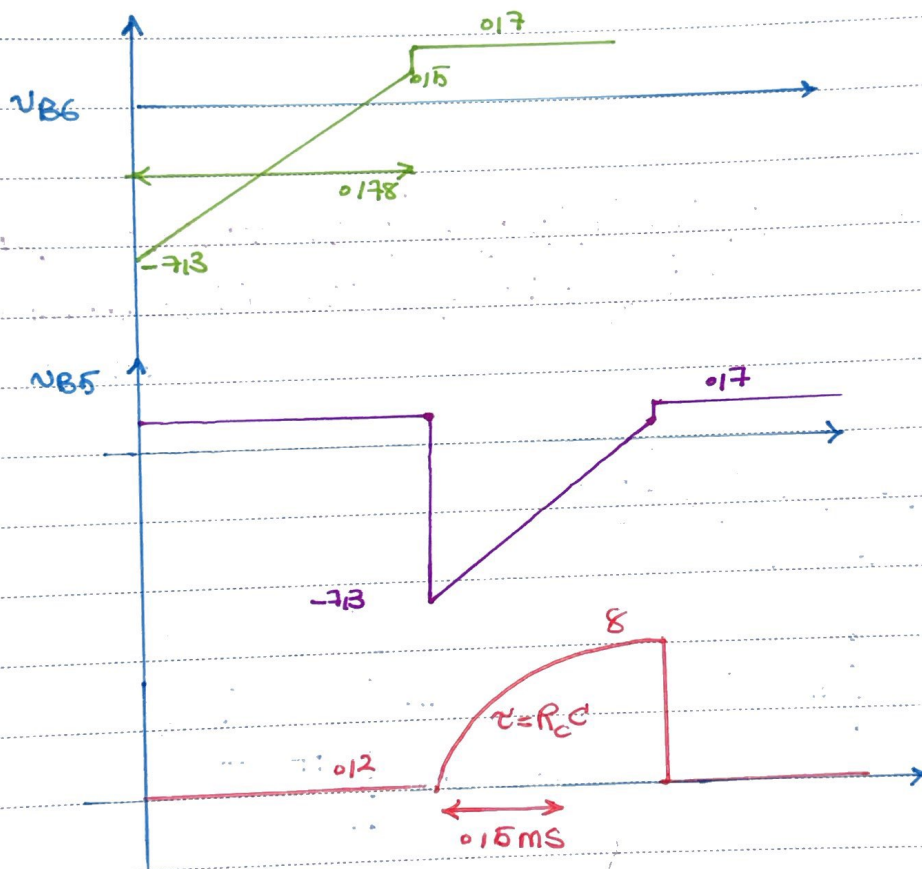
$$v_{b6}(0^+) = -7.3$$

$$v_{b6} = -7.3 + \frac{I_{c3}}{C} t \quad t=t_1 \quad 0.15V$$

$$0.15 = -7.3 + \frac{10^{-3}}{10^{-7}} t_1 \Rightarrow t_1 = 7.8 \times 10^{-4} = 0.78 \text{ ms}$$

$$0.15 = -V_{CC} + 0.7 + \frac{I_{c3}}{C} t_1 \rightarrow t_1 = \frac{(V_{CC} - 0.2)C}{I_{c3}}$$

$$F = \frac{1}{2t_1} = \frac{I_{c3}}{2(V_{CC} - 0.2)C} = \frac{1}{2 \times 0.78 \text{ ms}} = 641 \text{ Hz}$$



$$F = \frac{I_{c3}}{2(V_{CC} - 0.2)C}, I_{c3} = I_{c2} = I_{c1} = \frac{V_C - 0.7}{R_E}$$

$$\frac{V_C - 0.7}{2K}$$

$$F = \frac{(V_C - 0.7)}{2R_E C (V_{CC} - 0.2)}$$

$$F_{\max} = ?$$

$$F_{\min} = ?$$

Subject

Date

F_{max} : ادۀ Q_1 و Q_2 باید استقامت بردارند

$$V_{C1max} = 7.13 = V_{CC} - 0.17 \rightarrow V_{E1max} = 7.1V$$

$$\rightarrow V_{C1inmax} = 7.18V$$

تغیلا: در زمان I_2 محتاج بار خازن از برای (Recover) شود از زمان بازایی را 3 تا نظر بر کم 95٪ تغییرات

$$t_{min} = 3R_C C = 0.13ms$$

$$t_{min} = \frac{(V_{CC} - 0.17)C}{I_{C3}} = \frac{7.18 \times 10^{-7}}{\frac{V_{CC} - 0.17}{2K}} = 0.13ms$$

$$\frac{V_{CC} - 0.17}{2K} = \frac{7.18 \times 10^{-7}}{3 \times 10^{-4}} = 2.6 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow V_{Cmax} = 5.9$$

$$F_{max} = \frac{1}{2 \times 0.13m} = 1.66KHz$$

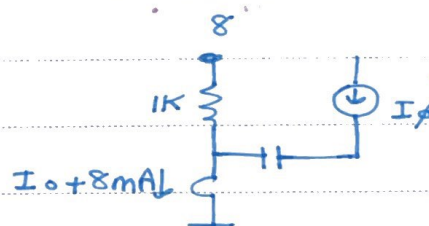
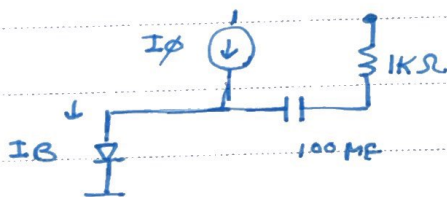
اگر $V_{CC} < 7.18$ باشد، V_{Cmax} با فرضی نسبت از $1.66KHz$ کار می کند ولی از قبول نیست آهسته بزرگ می کند.

$$I_{Csat} = \frac{V_{CC}}{R_C} + I_{C3}$$

F_{min}

$$= \frac{8V}{1K} + I_{\phi} \rightarrow I_{Bmin} = I_{\phi} = \frac{8}{50} + \frac{I_{\phi}}{50}$$

$$0.16 = 0.198 I_{\phi} \Rightarrow I_{\phi} = 0.163mA$$



$$V_{Cmin} = 0.17 + 2K \times 0.163 = 1.02$$

$$1.02 < V_C < 5.9V$$

Subject

Date

حلبيہ کو 8 اسٹاپ اسٹروپ (MUI6)

Emitter coupled Multi-vibrator

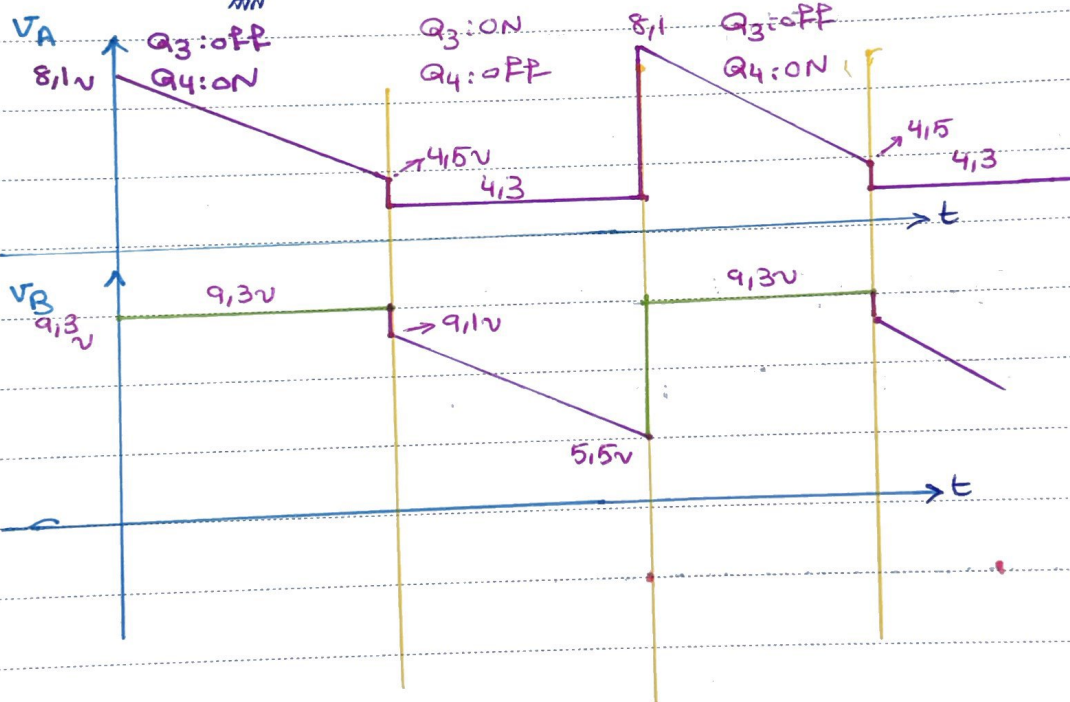
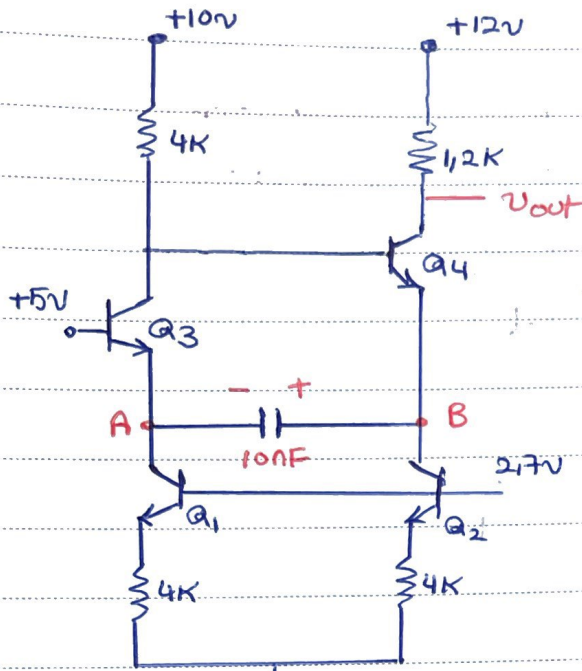
$$V_{BE(ON)} = 0.7V, V_{\gamma} = 0.5V, \beta = 200$$

obviously Q_1 & Q_2 are current Sources

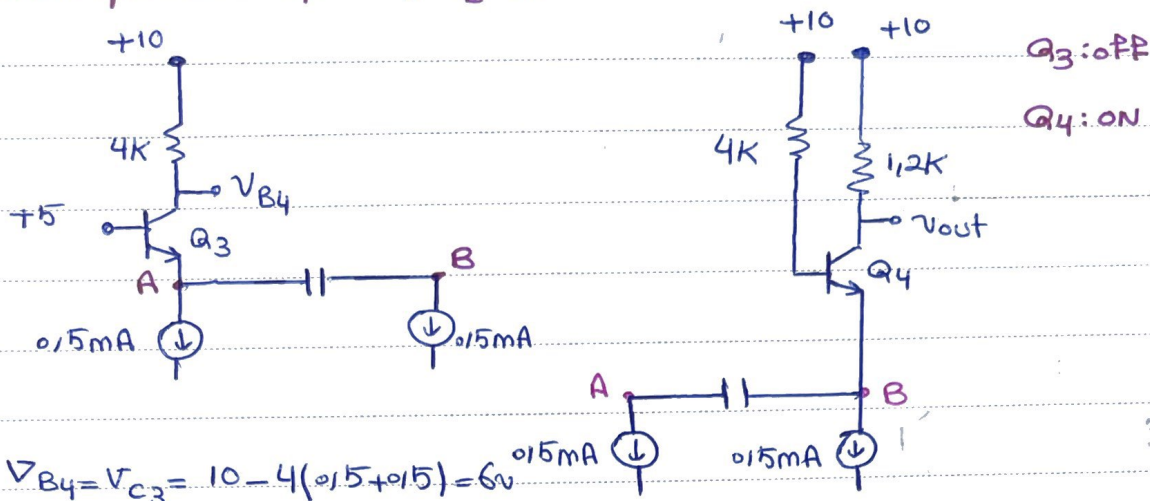
$$I_{C1} \approx I_{C2} = \frac{2.7 - 0.7}{4K} = 0.5mA$$

positive Feedback

Q_3, Q_4 cannot be on



Assumption : $Q_4: \text{off}$, $Q_3: \text{on}$



$$I_{E4} = 1 \text{ mA} \Rightarrow V_{C4} = 12 - 1,2 = 10,8 \text{ V}$$

$$I_{B4} = 50 \mu A \Rightarrow V_{B4} = 10,4 K \cdot 50 \mu \approx 10V \Rightarrow V_{E4} = 9,3V = V_B$$

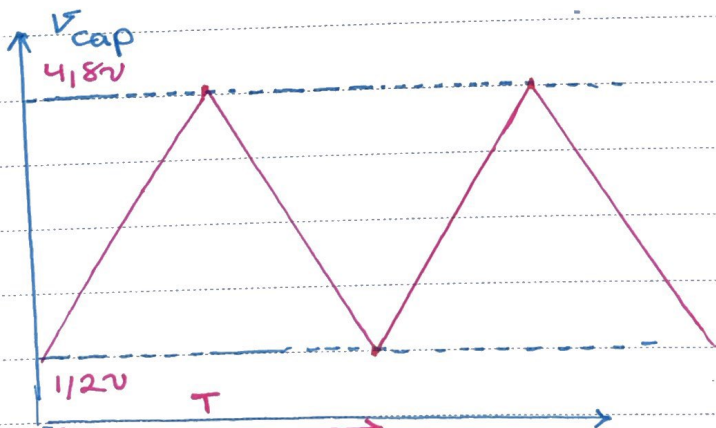
$Q_3: ON, Q_4: OFF$

$$V_{C3} = 10 - 4 * (0.15 + 0.15) \cong 6V$$

$$V_{\text{cap}}(t_1^-) = V_B(t_1^-) - V_A(t_1^-) = 5,5 - 4,3 = 1,2$$

$$V_A(t_1^+) = V_B(t_1^+) - V_{cap}(t_1^+), V_{cap}(t_1^+) = V_{cap}(t_1^-)$$

$$V_A(t_1^+) = 9.3 - 1.2 = 8.1 \text{ V}$$

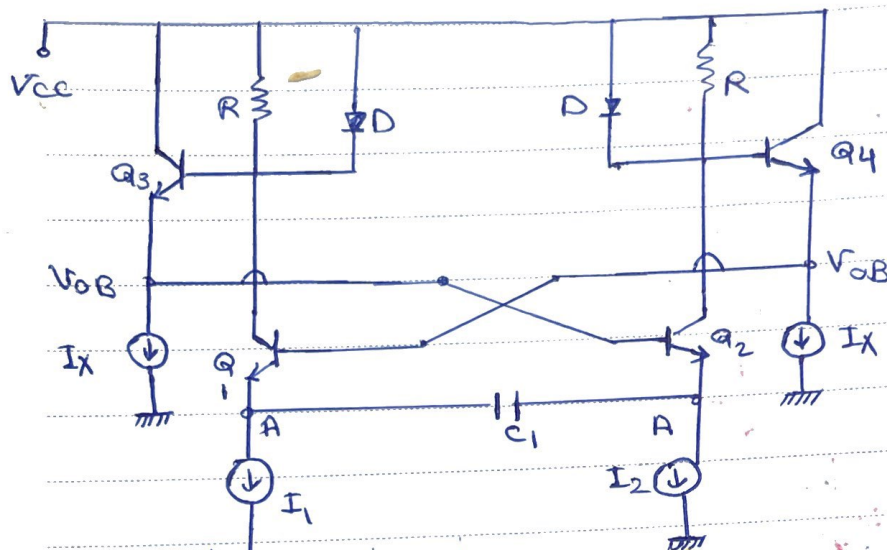


$$C \Delta V = I \Delta T \Rightarrow 10 \times 10^{-9} \times (4,8 - 1,2) = 0,5 \times 10^{-3} \times T/2 \Rightarrow T/2 = 72 \text{ ms}$$

$$F = \frac{1}{2 \times 72 \mu s} \Rightarrow F = \frac{1000 \text{ KHz}}{2 \times 72} = 6,94 \text{ KHz}$$

Emitter Coupled Multi-vibrator:

معادلات و پهنای باند و فرکانس



$$Q_1: \text{OFF}, Q_2: \text{ON}$$

$$V_{B3} \approx V_{CC}$$

$$V_{OB} = V_{E3} = V_{CC} - V_{BE(\text{on})}$$

$$V_{E2} = V_{CC} - 2 \times V_{BE(\text{on})}$$

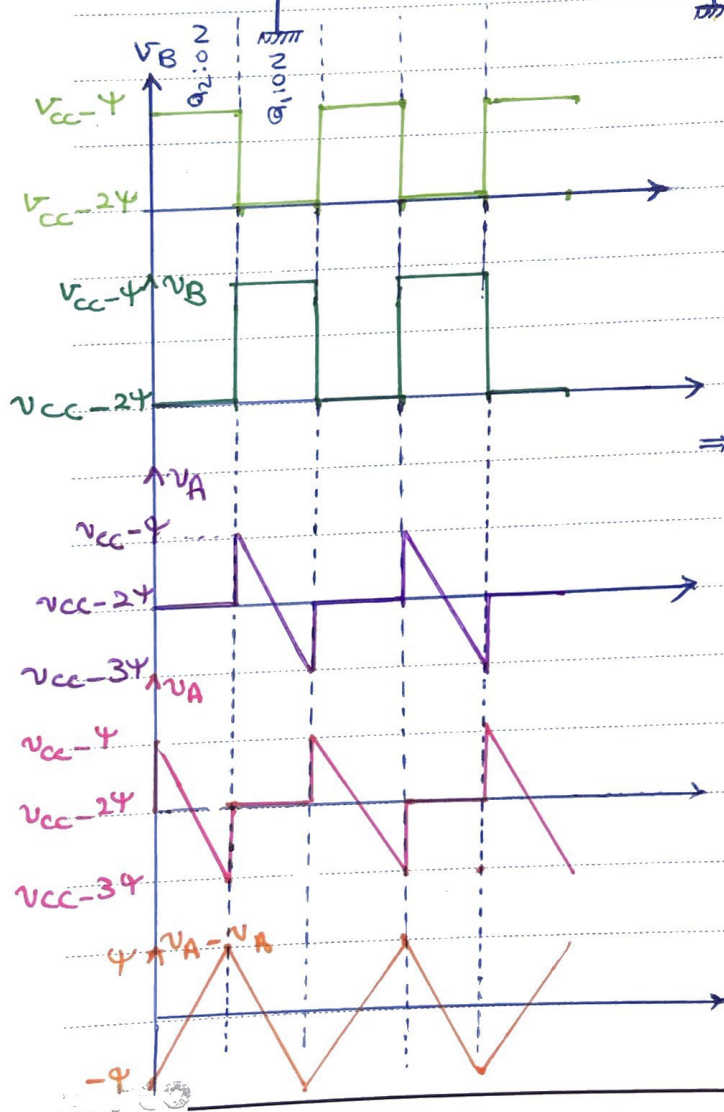
$$V_{B4} = V_{CC} - V_{BE(\text{on})}$$

$$V_{OB} = V_{CC} - 2 \times V_{BE(\text{on})} \Rightarrow$$

$$\text{if } V_{E1} = V_{CC} - 3 \times V_{BE(\text{on})}$$

$$\Phi = V_{BE(\text{on})}$$

در حالت اول Q2 روشن و Q1 خاموش است



$$V_{B3} \approx V_{CC}$$

$$V_{OB} = V_{E3} = V_{CC} - V_{BE(\text{on})}$$

$$V_{E2} = V_{CC} - 2 \times V_{BE(\text{on})}$$

$$V_{B4} = V_{CC} - V_{BE(\text{on})}$$

$$V_{OB'} = V_{CC} - 2 \times V_{BE(\text{on})}$$

$$\Rightarrow \text{if } V_{E1} = V_{CC} - 3 \times V_{BE(\text{on})}$$

State will change

$$t_1 = t_2 = \frac{C \Delta V}{I_1} = \frac{2C V_{BE(\text{on})}}{I_1}$$

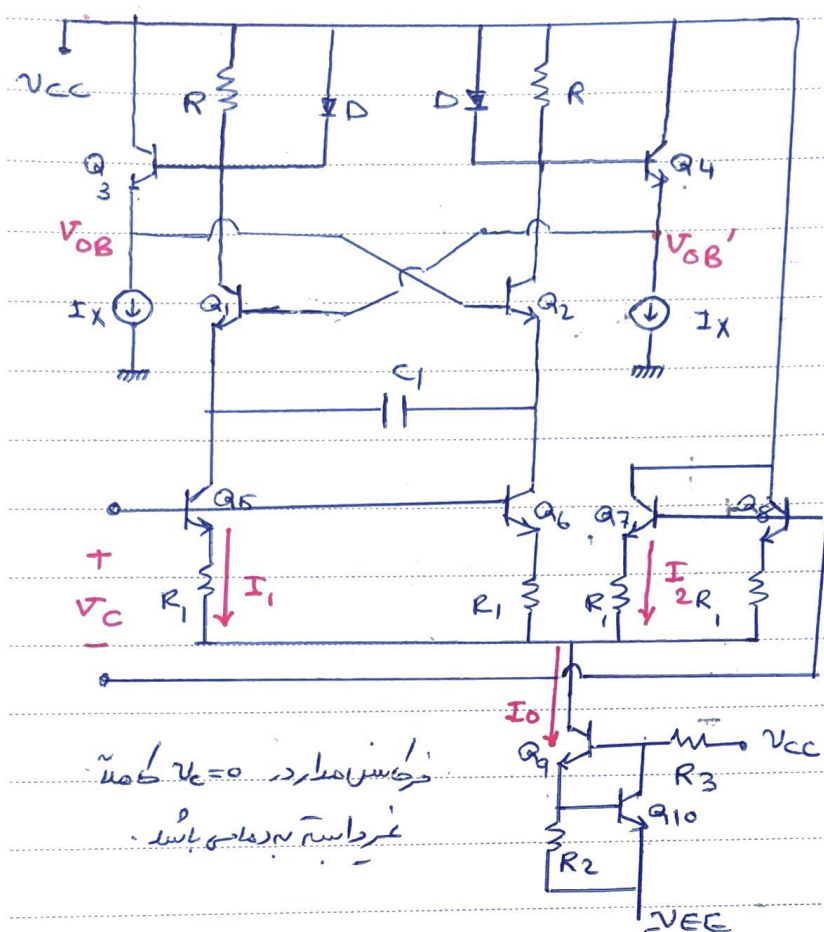
$$\Rightarrow f_o = \frac{1}{t} = \frac{1}{2 \times t_1} = \frac{I_1}{4C V_{BE(\text{on})}}$$

فرکانس نوسان از VBE است و در بارها

تغییر می کند

Subject

Date



فرض می‌کنیم $V_C = 0$
برای ساده‌سازی محاسبات

$$\text{KVL: } -V_C + V_{BE5} + R_1 I_1 - R_1 I_2 - V_{BE7} = 0$$

$$\Delta I = I_1 - I_2 \approx \frac{V_C - \Delta V_{BE}}{R_1} \approx \frac{V_C}{R_1} \quad (1)$$

$$2I_1 + 2I_2 = I_0 \Rightarrow I_1 + I_2 = \frac{I_0}{2} \quad (2)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow I_1 = \frac{I_0}{4} + \frac{V_C}{2R_1}$$

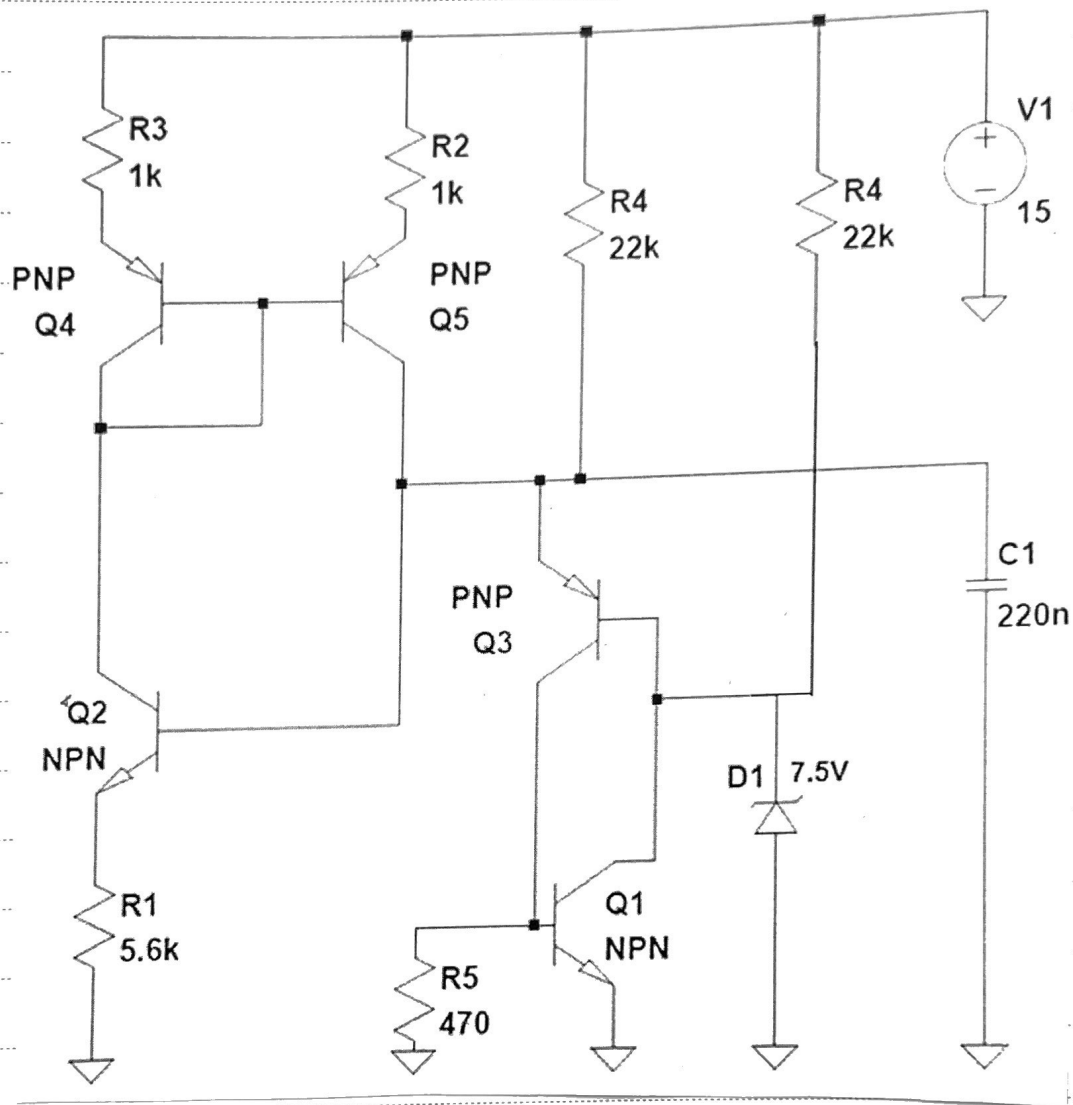
$$I_0 = \frac{V_{BE10}}{R_2} \Rightarrow I_1 = \frac{V_{BE10}}{4R_2} + \frac{V_C}{2R_1}$$

$$F_0 = \frac{I_1}{4V_{BE10}} = \frac{\frac{V_{BE10}}{4R_2} + \frac{V_C}{2R_1}}{4V_{BE10}}$$

$$F_0 = \frac{1}{16C_1 R_2} \left[1 + \frac{2R_2}{R_1 V_{BE(on)}} V_C \right]$$

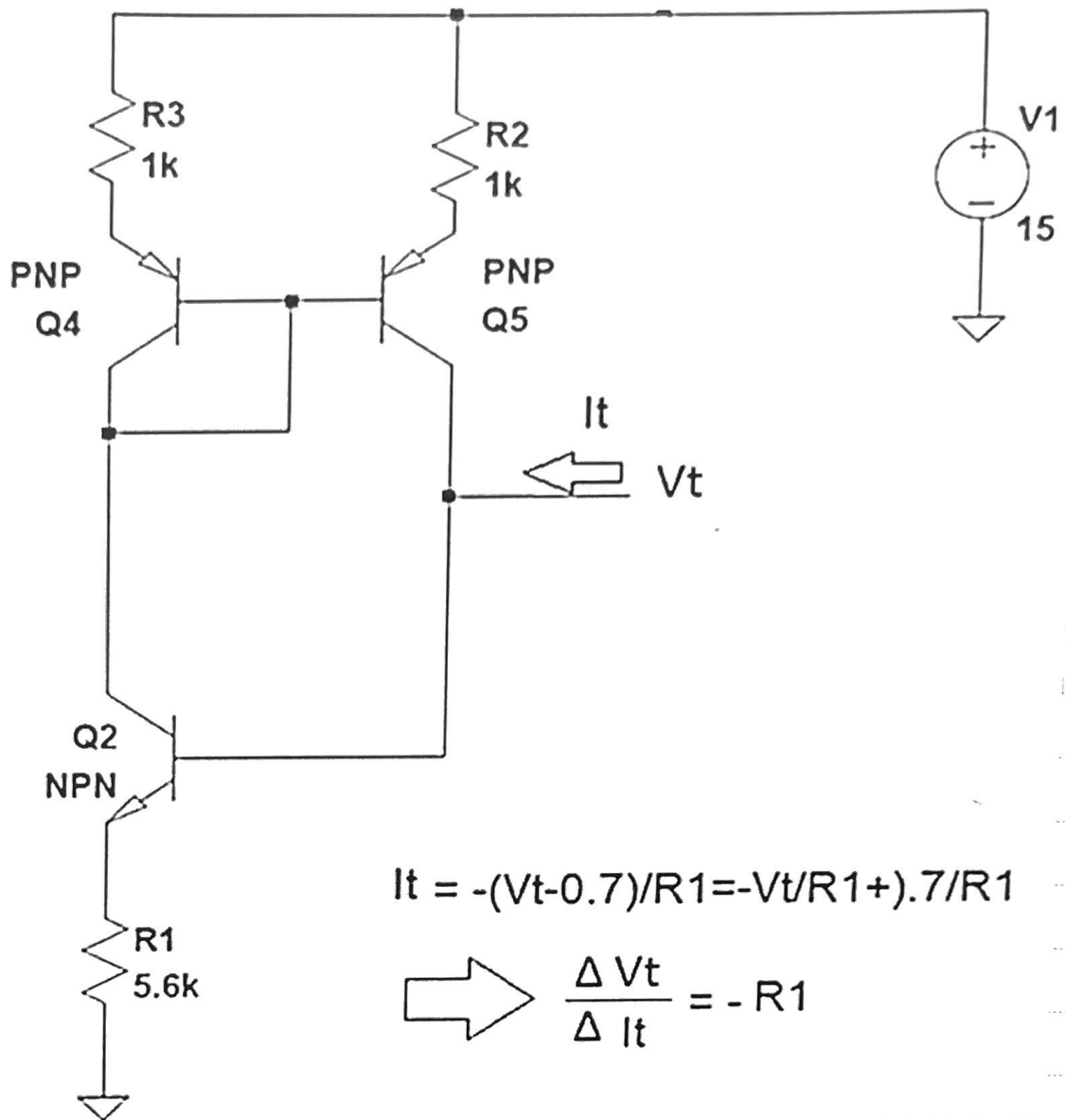
Subject

Date



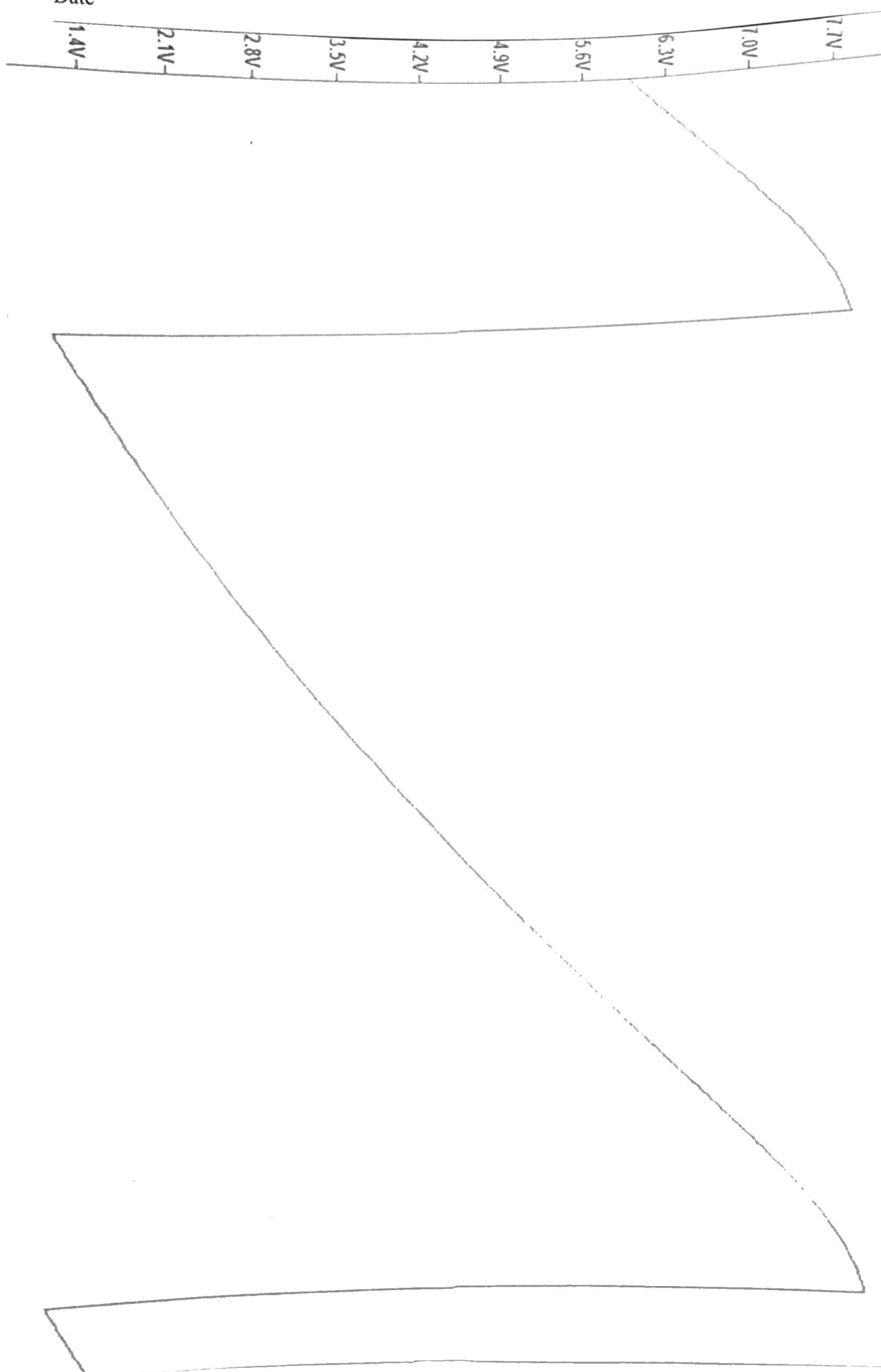
Subject

Date



Subject _____

Date _____



جلسه ۱۴: استیج ترانزیستور استایل (OP1)

ما قبلاً چهارم به کار بردیم اما در تئوری نیست

به کار بردیم اما در تئوری نیست

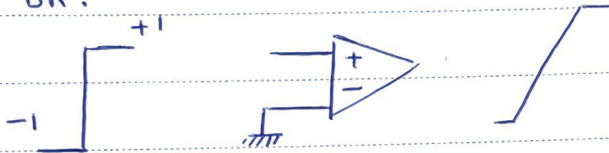
$$V_{omax} < V_{cc}$$

$$V_{omax} = V_{cc} - \Delta$$

$$V_{omin} > -V_{cc}$$

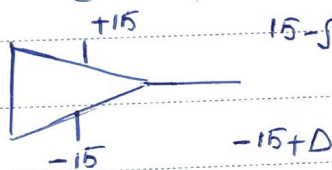
$$V_{omin} = -V_{cc} + \delta$$

SR:

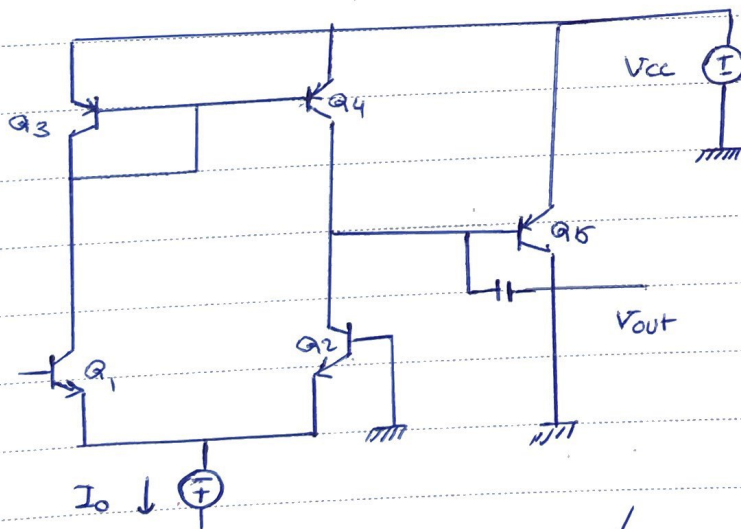


$$SR = \left. \frac{\Delta V}{\Delta t} \right|_{max}$$

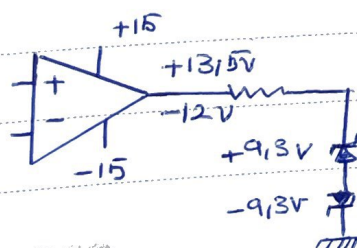
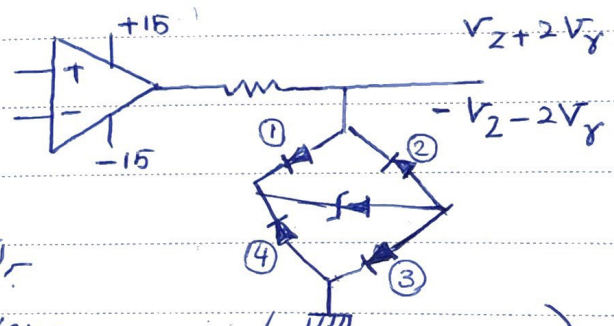
برای مثال وقتی ورودی را در +15 و -15 بایستیم عرض خروجی min و max را برابر این مقدار می‌نویسیم.



تعیین نرخ خروجی SR



$$\left. \frac{\Delta V}{\Delta t} \right|_{max} = \frac{1}{C_c}$$



برای ابراراد...
 $V_{omax} < V_{cc}$ می‌توان از نمودار استفاده کرد.

حسین این مدار این است...
 یک دیود ترانزیستور داریم.

Subject

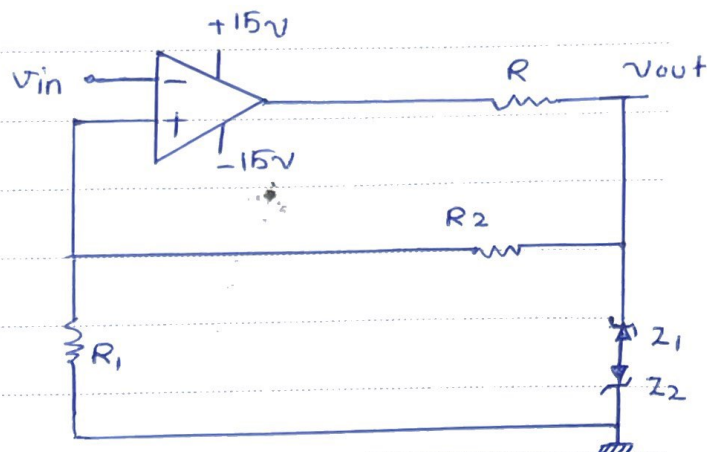
Date

Inverting Schmitt trigger:

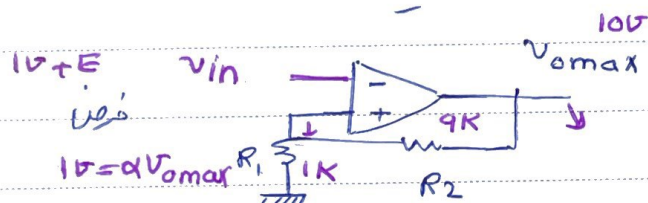
مقاومت ورودی حساس
R

$$V_{omax} = V_z + V_T$$

$$V_{omin} = -V_z - V_T$$



حالت دیگر ورودی حساس بار (ف)، در آن خروجی حساس از ۲ وضعیت V_{omax} و V_{omin} قرار خواهد گرفت.



$$TP_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{omax} \quad \alpha = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

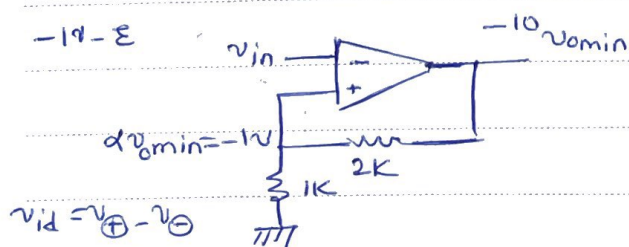
فرض کنیم $V_0 = V_{omax}$ و $V_{in} = V_- = \epsilon + V_+$ $\rightarrow V_+ = V_{omax} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

$$V_{TP} = V_{omax} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

حالت دیگر ورودی حساس بار (ف) $V_0 = V_{omin}$

$$V_+ = V_{omin} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

if $V_- = V_+ - \epsilon$ $LTP = V_{omin} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

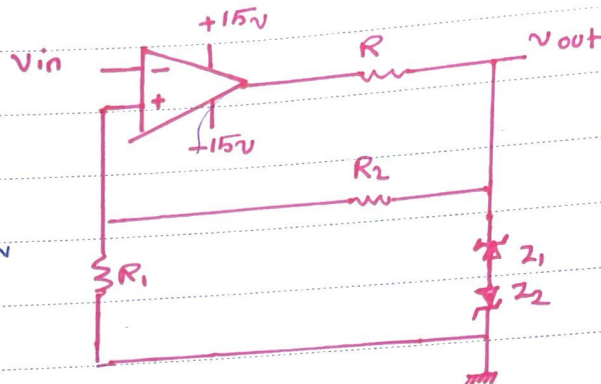
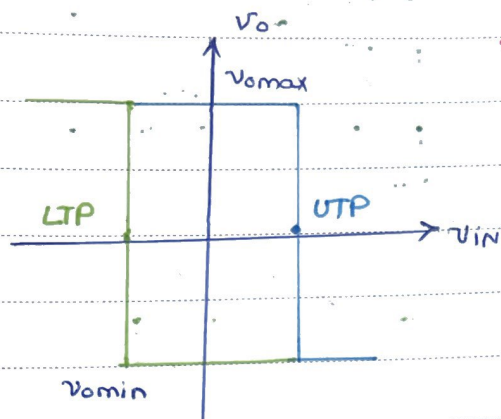


$$LTP = \alpha V_{omin}$$

$$V_{id} = V_+ - V_-$$

Page 1-9

= 10V



If: $R_1 = 1K, R_2 = 9K, V_z = 0.7V, V_{cc} = \pm 15V$

$$V_{o max} = 9.3 + 0.7 = 10V$$

$$V_{o min} = -9.3 - 0.7 = -10V$$

$$UTP = 10 \times \frac{1K}{1K + 9K} = 1$$

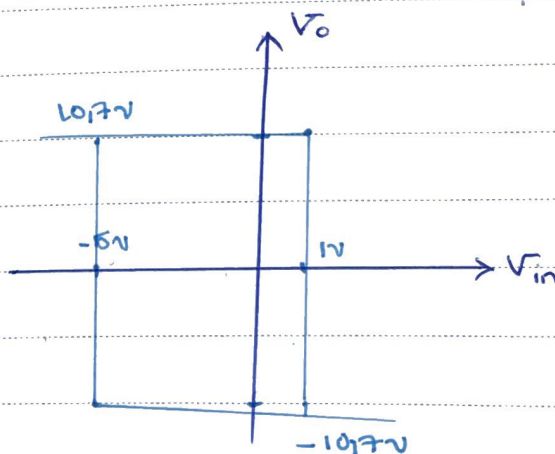
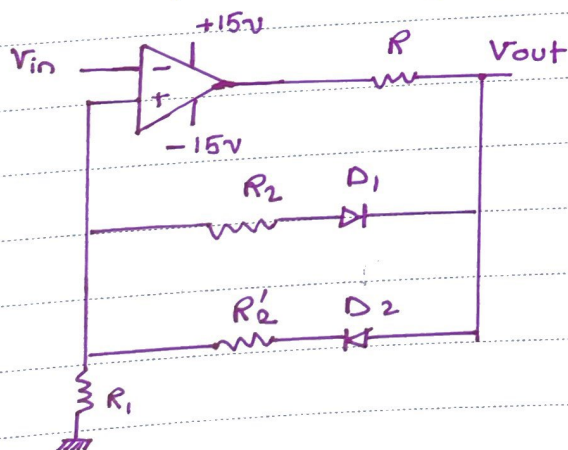
$$LTP = -10 \times \frac{1K}{1K + 9K} = -1$$

UTP, LTP

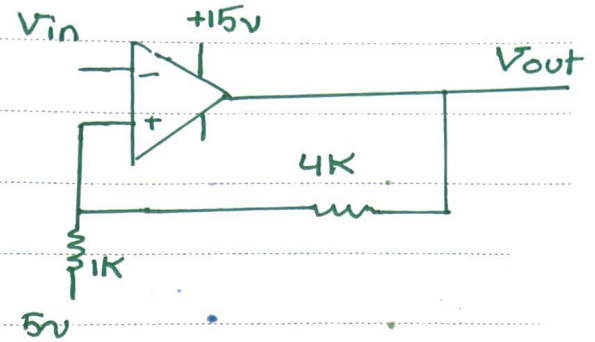
$$V_{o max} = -V_{o min} = 10.7V, R_1 = 1K, R_2 = 1K, R'_2 = 9K$$

$$UTP = (V_{o max} - V_z) \frac{R_1}{R_1 + R'_2} = (10.7 - 0.7) \frac{1}{1 + 9} = 1V$$

$$LTP = (V_{o min} + V_z) \frac{R_1}{R_1 + R'_2} = (-10.7 + 0.7) \frac{1}{1 + 9} = -1V$$



Single supply op-amp:



$$V_{omax} = 14V, V_{omin} = 1V$$

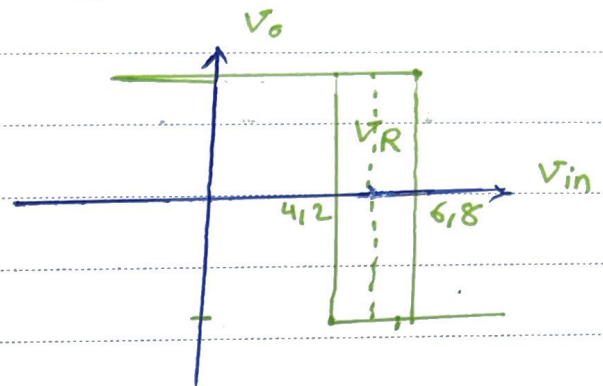
$$\text{if } V_o = V_{omax} = 14V$$

$$V^+ = 14 \frac{1}{1+4} + 5 \frac{4}{1+4} = 6.8V$$

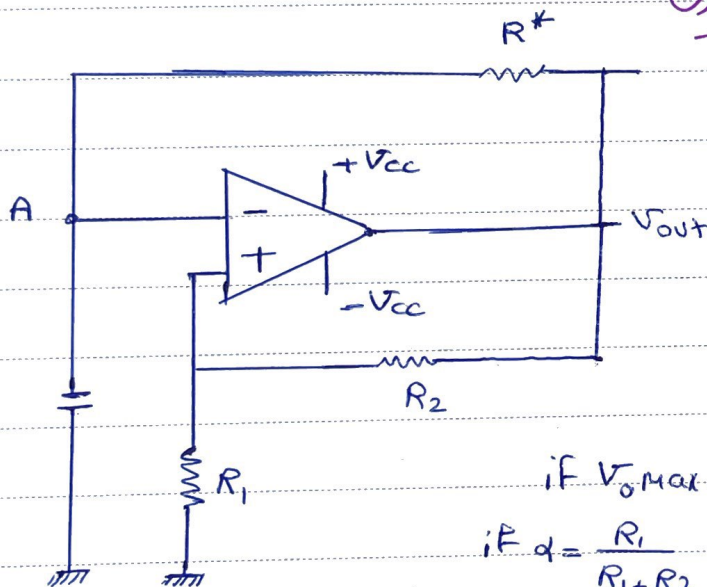
$$UTP = 6.8V$$

$$V_{omin} = 1V$$

$$V^+ = 5 \frac{4}{1+4} + 1 \frac{1}{1+4} = 4.2V$$



ساخت استابل با استفاده از استابل ترانزیستور



$$V_A(0^+) = LTP = V_{omin} \frac{R_1}{R_1 + R_2}, V_{oss} = V_{omax}$$

$$V_A(t) = V_{omax} + \left(V_{omin} \frac{R_1}{R_1 + R_2} - V_{omax} \right) e^{-t/\tau}$$

$$\tau = R^*C$$

$$V_A(t=t_1) = UTP = V_{omax} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\text{if } V_{omax} = -V_{omin}$$

$$\text{if } \alpha = \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \alpha V_{omax} = V_{omax} - (1 + \alpha) V_{omax} e^{-t/\tau}$$

$$\frac{1 - \alpha}{\alpha + 1} = e^{-t/\tau} \Rightarrow t_1 = \tau \ln \left(\frac{1 + \alpha}{-\alpha + 1} \right)$$

$$\text{if } t_1 = t_2 \Rightarrow f = ? \quad UTP = 5V, LTP = -5V$$

$$V_A(t) = 10 + (-5 - 10) e^{-t/\tau}, \tau = 10K \times 10K = 10ms$$

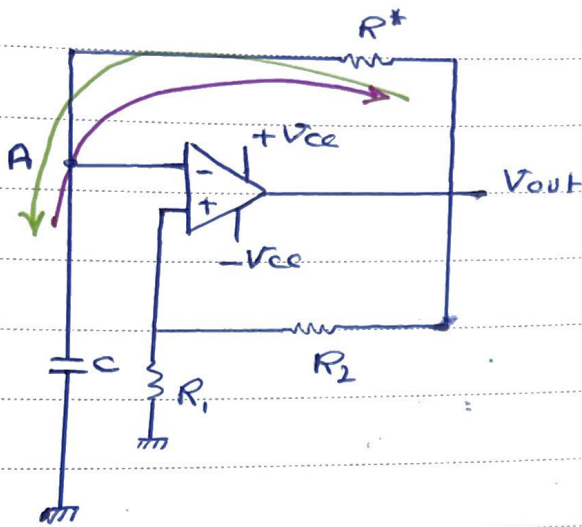
$$V_A(t_1) = UTP + 5 \Rightarrow 5 = 10 - 15 e^{t_1/10ms} \Rightarrow$$

$$0.333 = e^{t_1/10ms} \Rightarrow t_1 = 10 \ln(0.333) = 10.99 = 11ms = t_2$$

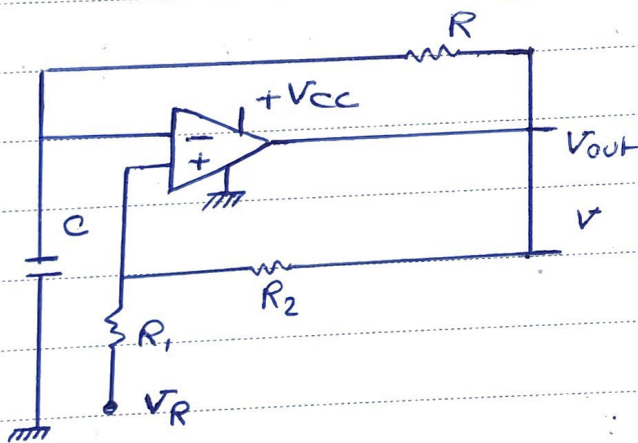
$$f = \frac{1}{2 \times 11ms} = 45.45Hz$$

Subject

Date



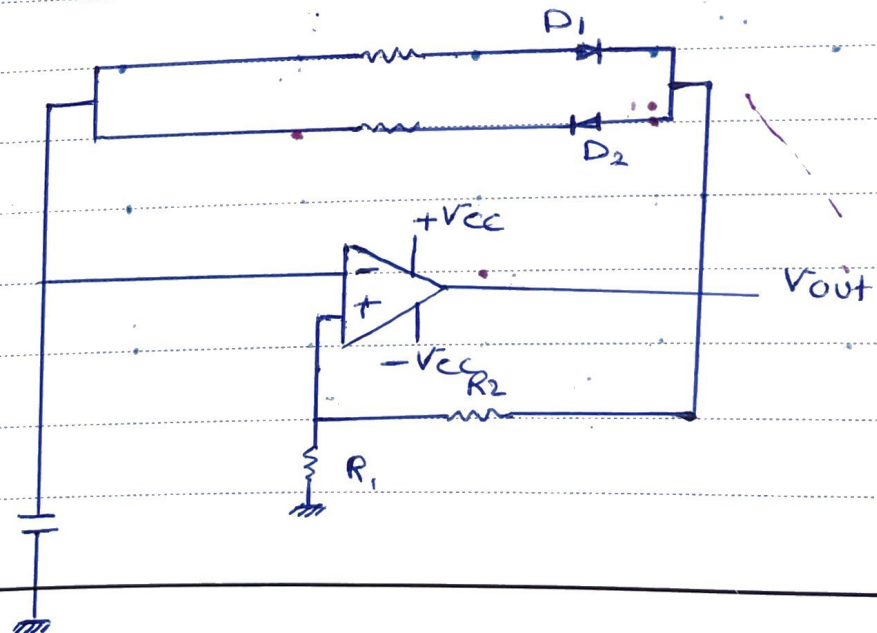
Single supply op-amp



Non Symmet Astable

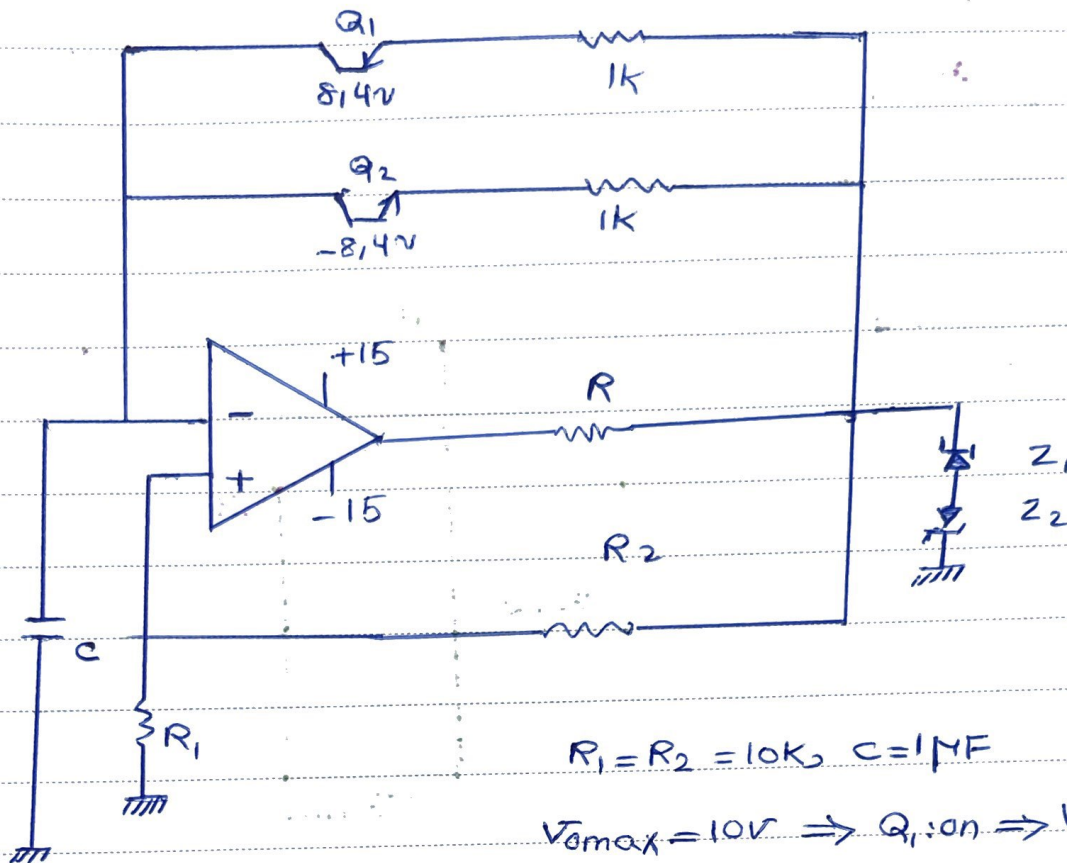
if $R > R'$ then

نشان می‌دهد که
حالت پویا



Subject

Date



$$R_1 = R_2 = 10k, C = 1\mu F$$

$$V_{max} = 10V \Rightarrow Q_1: on \Rightarrow V_E = 8.4 + 1.6 = 9V$$

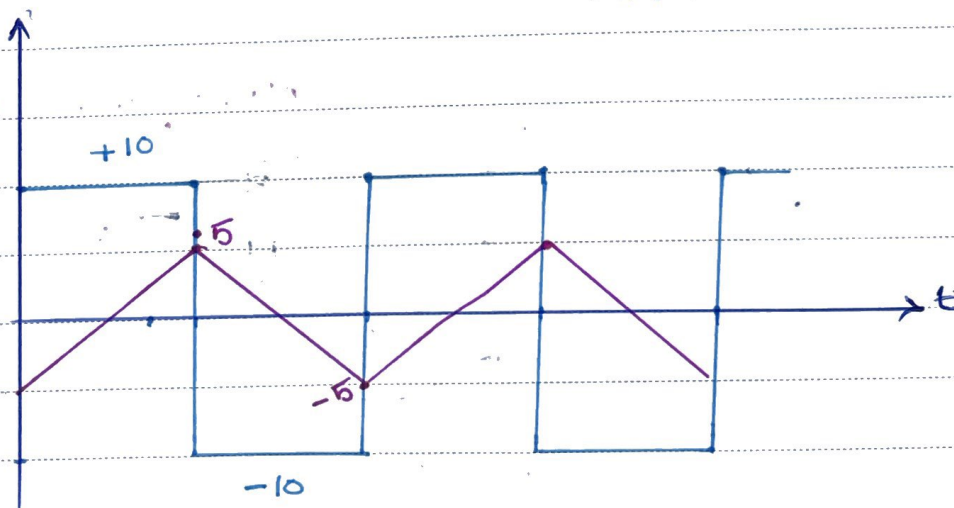
$$I_E = \frac{10 - 9}{1} = 1mA = I_{C1} = I_{charge}$$

$$C \cdot \Delta V = I \cdot \Delta t \Rightarrow 10^{-6} (5 - (-5)) = 10^{-3} \Delta t_1$$

$$\Delta t_1 = \frac{10^{-5}}{10^{-3}} = 10^{-2} s = \Delta t_2$$

U. W. P. S. L.

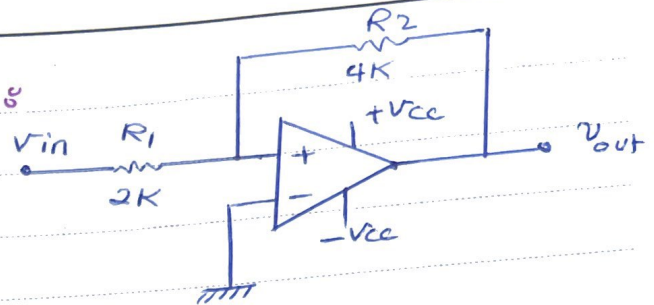
$$F = \frac{1}{2 \times 10^{-2}} = 50Hz$$



Subject

Date

Non Inverting Schmitt trigger :



$$\left. \begin{array}{l} \text{High} \\ \text{Low} \end{array} \right\} V_o = V_{omax} \text{ to } V_{omin}$$

$$\text{if } V_o = V_{omin}$$

فرض کنیم خروجی را به ولتاژ کم می‌کنیم

فرض کنیم خروجی را به ولتاژ کم می‌کنیم

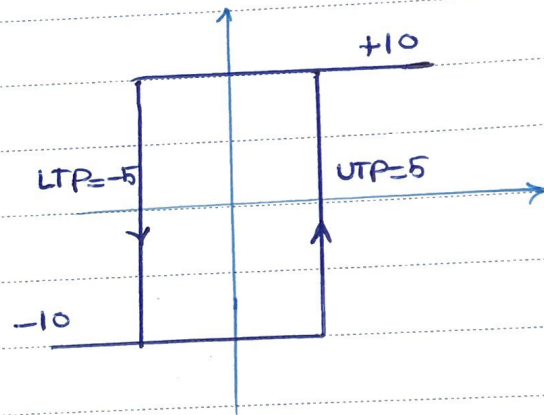
$$V_{id} = V^+ - V^- > 0$$

خارج از محدوده عمل می‌کند

$$V^+ = V_{omin} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0 + 5$$

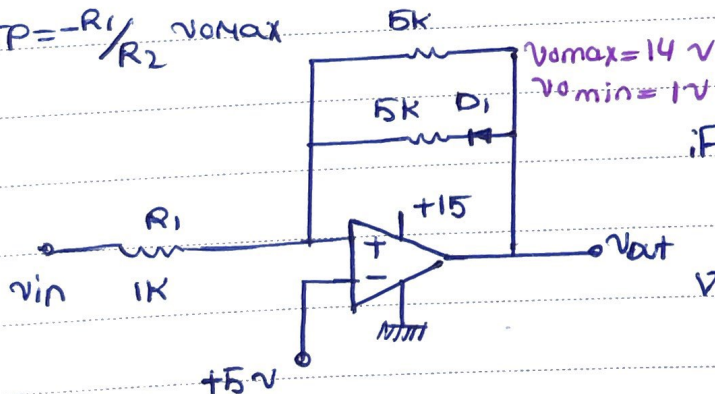
$$UTP = -\frac{R_1}{R_2} V_{omin} = V_{omin} \Rightarrow UTP = -\frac{2}{4} (-10) = 5V$$

$$V_{omin} R_1 + V_{in} R_2 = 0$$



$$V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{omax} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0$$

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



$$V_{omax} = 14V$$

$$V_{omin} = 1V$$

$$\text{if } V_o = 14 = V_{omax}$$

$$V^+ = 14 \times \frac{1K}{1K + 5K \parallel 5K} + V_{in} \times \frac{5K \parallel 5K}{1 + 5 \parallel 5} = 5V$$

$$V^+ = 4 + LTP \times 0.714 = 5 \Rightarrow LTP = 1.4V$$

$$V_o = V_{omin} = 1V \Rightarrow \text{Diode is off}$$

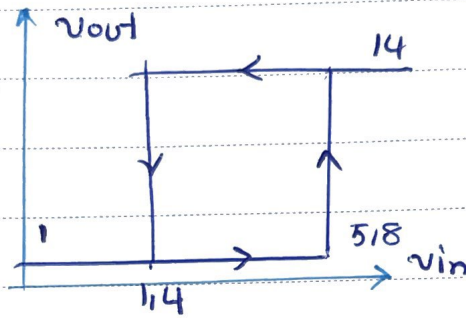
R2PCO

Subject _____

Date _____

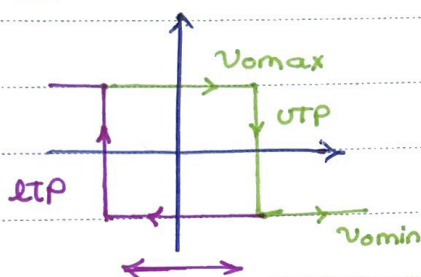
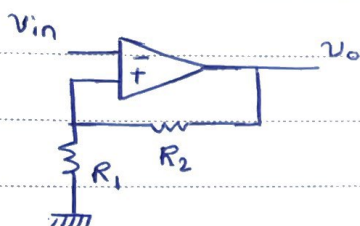
$$V^+ = 1 \frac{1}{1+5} + V_{in} \frac{5}{1+5} = V^- = 5 \quad \text{@ threshold } \underline{V_{th}}$$

$$1.66 + \frac{5}{6} V_{TP} = 5 \Rightarrow V_{TP} = 5.18V$$



۱۱ ضروری سرچاسات اصلیں :-

اسماء بنت ابی بکر



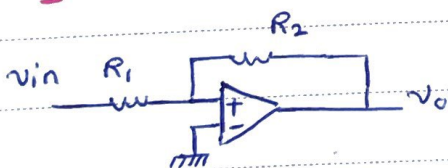
$$V_{TF} = V_{omax} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

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

هرم R_1 کمره Δ هسته زینت هم کمره است

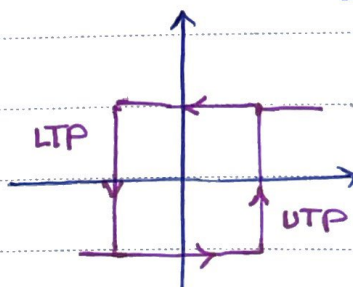
اصول به این شکل بود که این خواهر دختر و ضعیف باشد $\text{vid} \rightarrow$ باید از مرتبه است منفی شود
و در منفی است $\text{vid} \rightarrow$ باید + شود
چون با توجه به این ملاحظاتی اب ایضاً مشتق به میزان یک اسیرون هم حاصل است لذا تغییر ضعیف را روی
 $\text{vid} = 0$ حساب می کنیم.

Non-Inverting



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

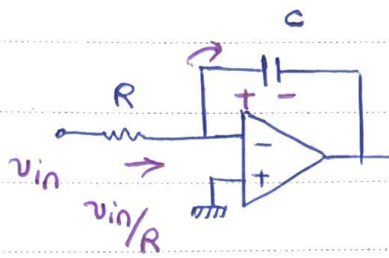
$$V_{TP} = -\frac{R_1}{R_2} V_{\text{omin}}$$



ب این شکل بود: $\alpha_{max} = 90^\circ$ ضروی هسته است
حالا این مقدار را در دو طرف می‌نویسیم: 90° از
صفر کمتر شود و نیم درجه در آن صورت است

Subject

Date



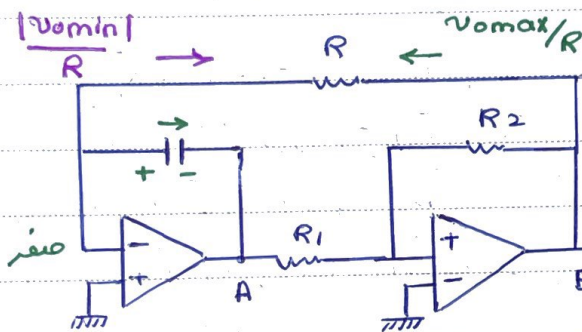
نوسان ساز هتلی است که از استیج ترانزیستور
انتقال می دهد

۱* اگر از یک جریان بایس در یک op-amp است
تغییرات در خروجی به استیج ورودی C رویتار
صافند

$$v_o = -\frac{1}{C} \int \frac{v_{in}}{R} dt$$

چون جریان شارژ و دشارژ ما خیلی زیاد است و استیج I بایس است

۲* به فرض اینکه $v = 0$ این انتقال را است و پس محدود اب ایستاده است اما در حال حاضر ساده در حد
انتقال را به آن را در نقطه ترسیم



B می تواند $v_{omin} \rightarrow v_{omax}$ باشد

اگر $v_{omax} \leftarrow v_{omin}$ باشد
جریان در op-amp
خازن C در استیج

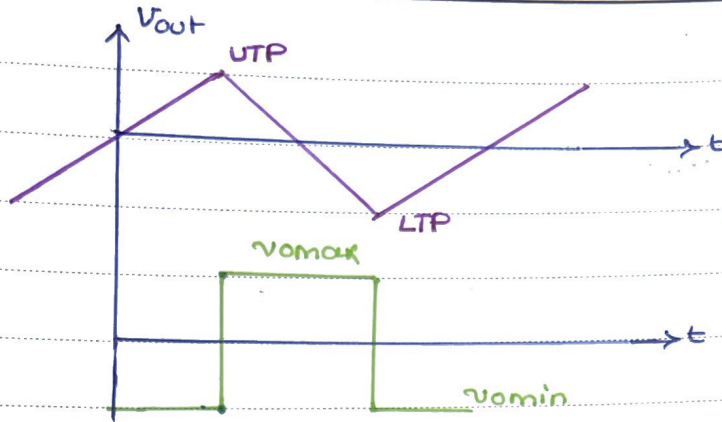
تایر این فقط A بایس می آید تا جایی که LTP استیج ترانزیستور دارد v_{omin} می شود
و این جریان چون سمت چپ خازن می آید استیج به صاف می آید و UTP جریسته تا جایی که استیج به استیج +

$$C \Delta V = I \Delta T \quad ; \quad C (UTP - LTP) = \frac{I}{2} = \left| \frac{v_{omin}}{R} \right| \cdot \frac{1}{2F}$$

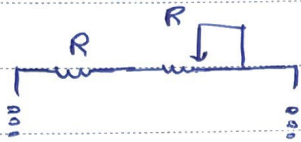
$$UTP = C \left[-\frac{R_1}{R_2} v_{omin} + \frac{R_1}{R_2} v_{omax} \right] = \frac{v_{omax}}{R} \cdot \frac{1}{2F} \quad v_{omin} = -v_{omax}$$

$$C \frac{2R_1}{R_2} v_{omax} = \frac{v_{omax}}{2FR} \Rightarrow F = \frac{1}{4RC} \times \frac{R_2}{R_1}$$

با تقسیم R و C می توانیم فرکانس را تعیین کنیم و این استیج هم باشد
عوطا در معنی بعد



شکل موجی که در خروجی می‌باشد

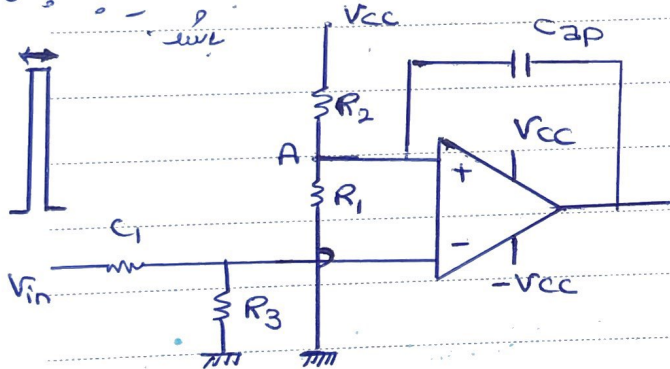


برای این R می‌توانیم استفاده کنیم

نمی‌توانیم فقط به یک طرفه در خروجی داشته باشیم و
فقط در خروجی می‌توانیم به یک طرفه داشته باشیم

با توجه به اینکه می‌توانیم به یک طرفه داشته باشیم

$$\alpha V_{CC} - V_{omax}$$



می‌توانیم به یک طرفه استفاده از این مدار

در حالت پایدار خروجی همان ورودی را می‌دهد

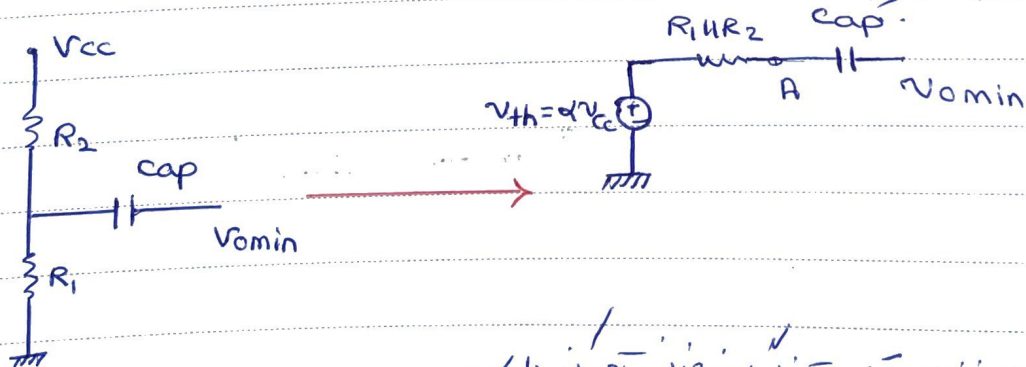
$$V_{out} = V_{CC} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \alpha V_{CC}$$

$$V = 0$$

$$V_0 = V_{omax}$$

ارتفاع پهنای از αV_{CC} به سمت بالا می‌توانیم استفاده کنیم

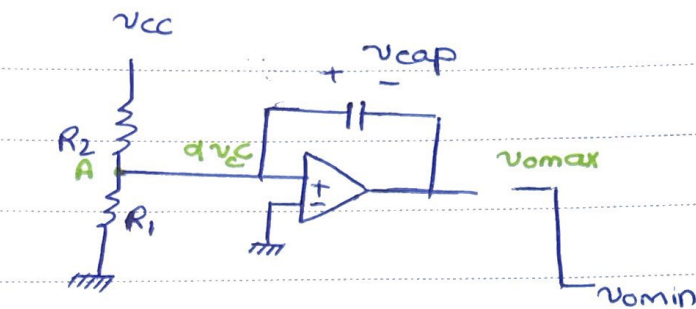
با توجه به A



چون خروجی با تغییرات در ورودی تغییر می‌کند

Subject

Date

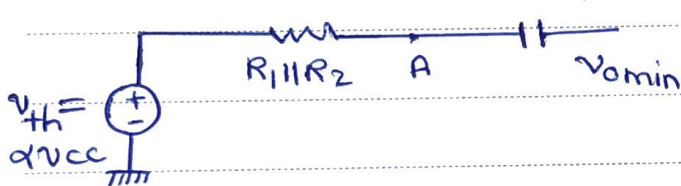


$$v_{th} = \frac{v_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$

$$v_{th} = \frac{v_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$

$$v_{th} = \frac{v_{cc} R_1}{R_1 + R_2}$$

cap

در یک لحظه اول v_A

در ابتدا v_A به سمت بالا می‌رود و به سمت پایین می‌رود

مقدار v_{omin} و v_{omax} می‌باشد

$$V_A(0^+) = \alpha V_{cc} - V_{omax} + V_{omin} = \alpha V_{cc} - 2V_{omax}$$

$$V_A(\infty) = \alpha V_{cc}, \quad \tau = (R_1 || R_2) C$$

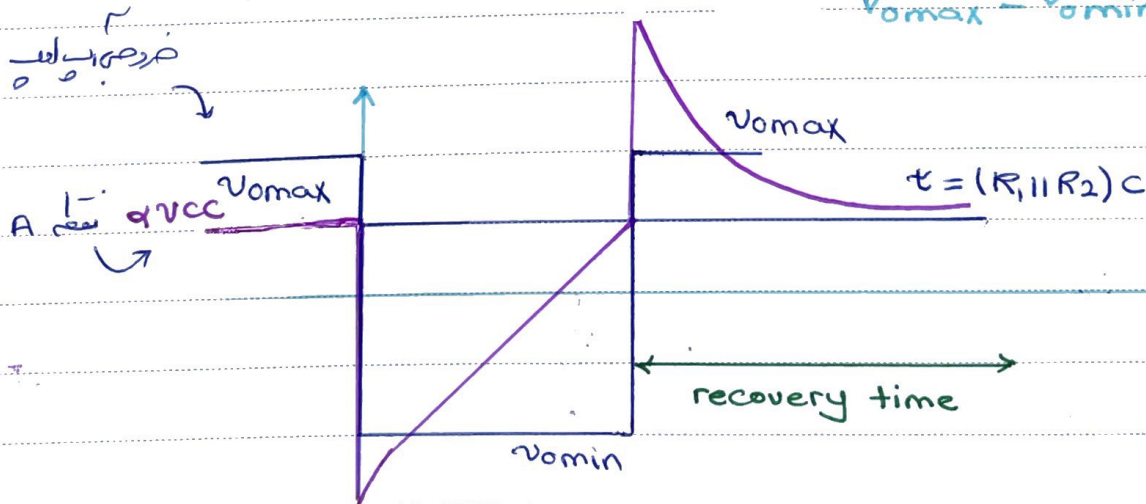
$$V_A(t) = \alpha V_{cc} + (\alpha V_{cc} - 2V_{omax} - \alpha V_{cc}) e^{-t/\tau}$$

$$V_A(t_1) = \alpha V_{cc} - 2V_{omax} e^{-t_1/\tau}, \quad V_A(t_1) = 0 \Rightarrow$$

$$t_1 = \tau \ln\left(\frac{2V_{omax}}{\alpha V_{cc}}\right)$$

چون v_{omin} و v_{omax} می‌باشد

$$V_{omax} - V_{omin} = 2V_{omax}$$



$$\alpha V_{cc} - V_{omax} + V_{omin} = \alpha V_{cc} - 2V_{omax}$$

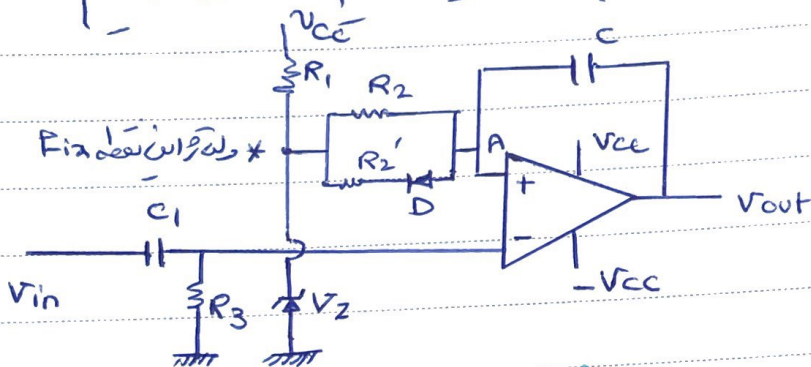
در این حالت v_A می‌باشد

در این حالت v_A می‌باشد

برای اصلاح این مسئله از مدار زیر برای مثال کمک می‌کنیم

خبر یک ولتاژ R_2 به زمین
نقطه V_Z قطع است

انتخاب را با اضافه کردن دیود و مقاومت R_2' انجام داده در یک مدار یک تا هم را کاهش می‌دهیم



در حالت عادی V_A برابر V_Z خواهد بود

مصرف بیش از ظرفیت R_2 است چون V_A منفی می‌شود (برای رسیدن به V_Z)
دیود قطع است پس معادله
ماتریسهاست $\tau = R_2 \cdot C$ شارژ می‌شود

V_Z بود

$$\tau = R_2 \cdot C$$

$$V_Z = 2V_{omax}$$

$$2V_{omax}$$

$$\tau_2 = [(R_2' \parallel R_2) + r_2 \parallel R_1] C$$

زمانی که ولتاژ به صفر می‌رسد تغییر وضعیت

یعنی در هر دو ولتاژ بالا می‌رود

$$V_A = 2V_{omax}$$

دیود روشن می‌شود اگر D ایده آل باشد

R_2 و R_2' موازی می‌شوند اگر

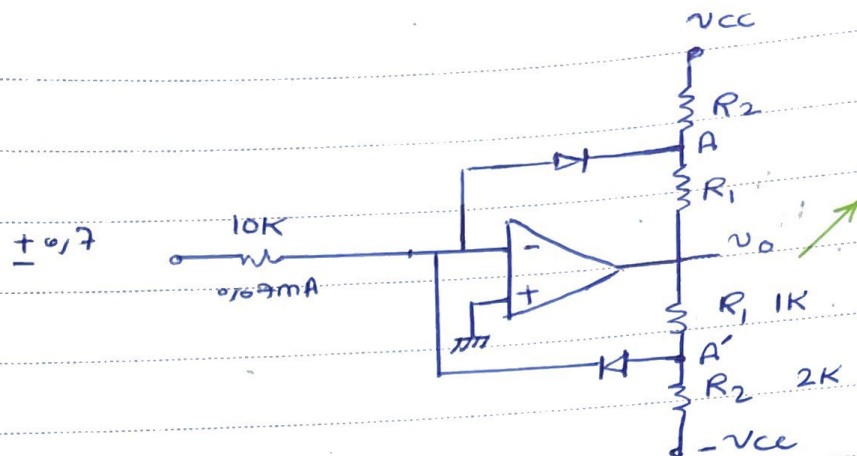
مثلاً 20 کیلو اهم اگر R_2 باشد می‌توانیم

ماتریسها را هم کنیم

Subject

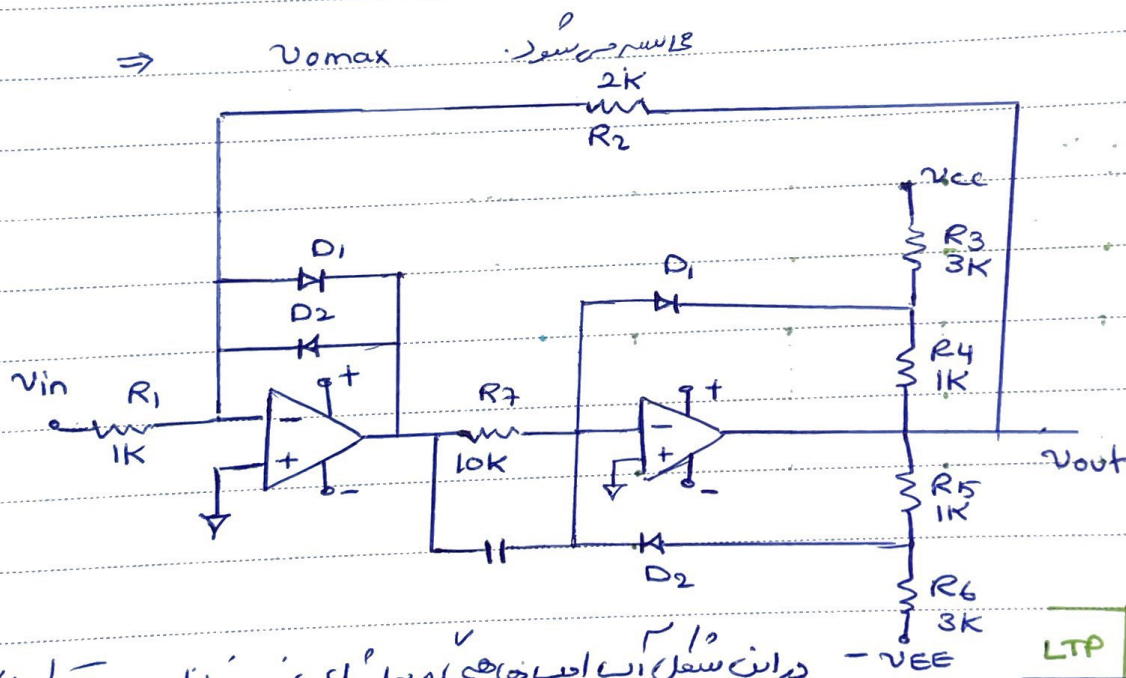
Date

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



در این مدار حالت کاری نقطه انشعاب اعمال ± 0.7 باعث می‌شود که ولتاژ هست و منفی v_o برای آن مثال اگر 0.7 - اعمال نشود v_o لا از ورودی جاس می‌رسد و ولتاژ A' 0.7 + می‌شود D_2 روشن می‌شود و ولتاژ منفی برقرار می‌ماند و جریان داخل آب می‌ماند و ولتاژ v_o 0.7 - می‌شود

$$v_{o\max} \propto \frac{R_2}{R_1 + R_2} - V_{cc} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0.7$$

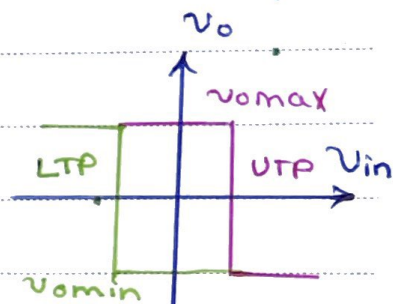


در این مدار حالت کاری نقطه انشعاب اعمال ± 0.7 باعث می‌شود که ولتاژ هست و منفی v_o برای آن مثال اگر 0.7 - اعمال نشود v_o لا از ورودی جاس می‌رسد و ولتاژ A' 0.7 + می‌شود D_2 روشن می‌شود و ولتاژ منفی برقرار می‌ماند و جریان داخل آب می‌ماند و ولتاژ v_o 0.7 - می‌شود

$$v_A = v_{cc} \frac{R_A}{R_A + R_B} + v_o \frac{R_B}{R_B + R_A} = -0.7$$

$$-0.7 = +5 \frac{1}{1+3} + v_{o\min} \frac{3}{4} \Rightarrow 0.75 v_{o\min} = -4.45 \Rightarrow v_{o\min} = -5.93 \text{ V}$$

$$v_{o\max} = +5.93 \text{ V}$$



$$v_{UTP} = \frac{-R_1}{R_2} v_{o\min} = -\frac{1}{2}(-5.93) = +2.965$$

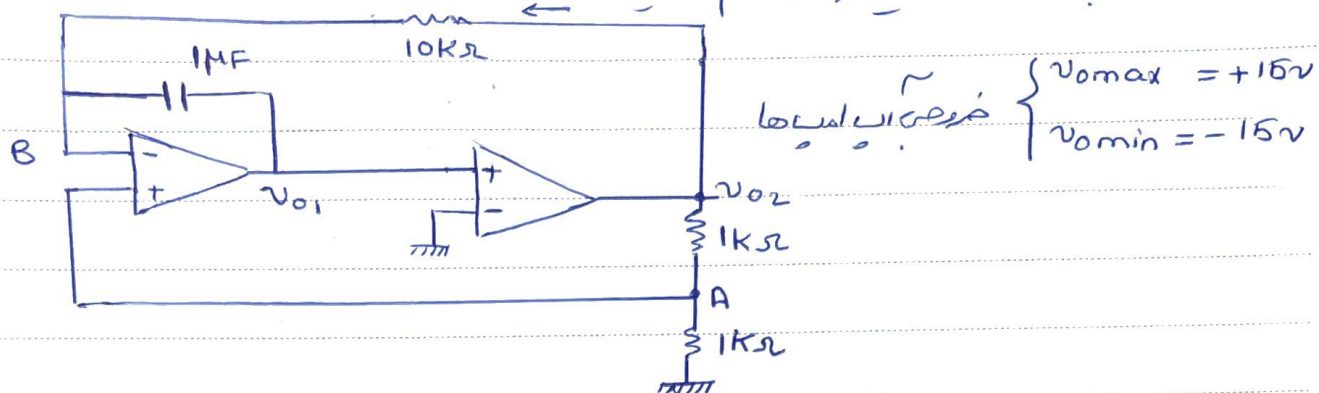
$$v_{LTP} = -2.965$$

نقطه انشعاب

Subject

Date

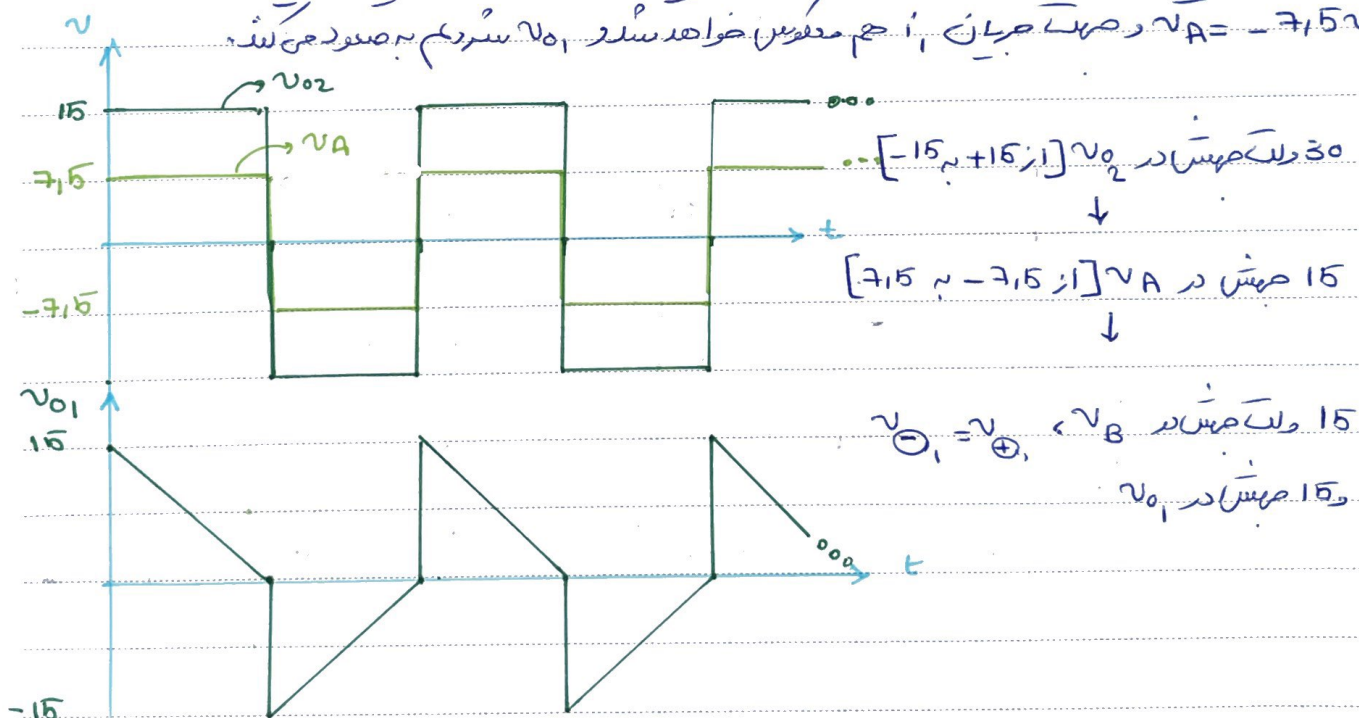
مثال ۱- عملگر داسلاتور نشان داده در شکل زیر را بر روی ترانزیستورهای عملی با مشخصات زیر پیاده کنید.
حالت پایدار به وقت و در یک نمودار رسم کنید.



حل مسئله: با توجه به وجود مقید یک مسأله در مدار فرض می‌کنیم $v_{o2} = v_{o max}$ مسأله را به دست آوریم.

$$\rightarrow v_{o2} = 15V \rightarrow v_A = 7.5V \quad \text{و} \quad i_1 = \frac{15 - 7.5}{10K} = 0.75 \text{ mA}$$

و v_{o1} به صورت خطی شروع می‌شود به افت کردن می‌کنند تا به صفر ولت برسند به لحاظ آنکه v_{o1} هم از صفر می‌رسد و تقریباً صفر حاصل می‌گردد و v_{o2} در وضعیت $v_{o min}$ قرار می‌گیرد در این صورت $v_A = -7.5V$ در حالت جریان، اگر هم معکوس خواهد شد و v_{o1} شروع می‌کند به صعود می‌کنند.



$$C \Delta V = I \frac{T}{2} \rightarrow 10^{-6} \times 15V = \frac{15 - 7.5}{104} \times \frac{T}{2} \rightarrow T = 40 \text{ ms}$$

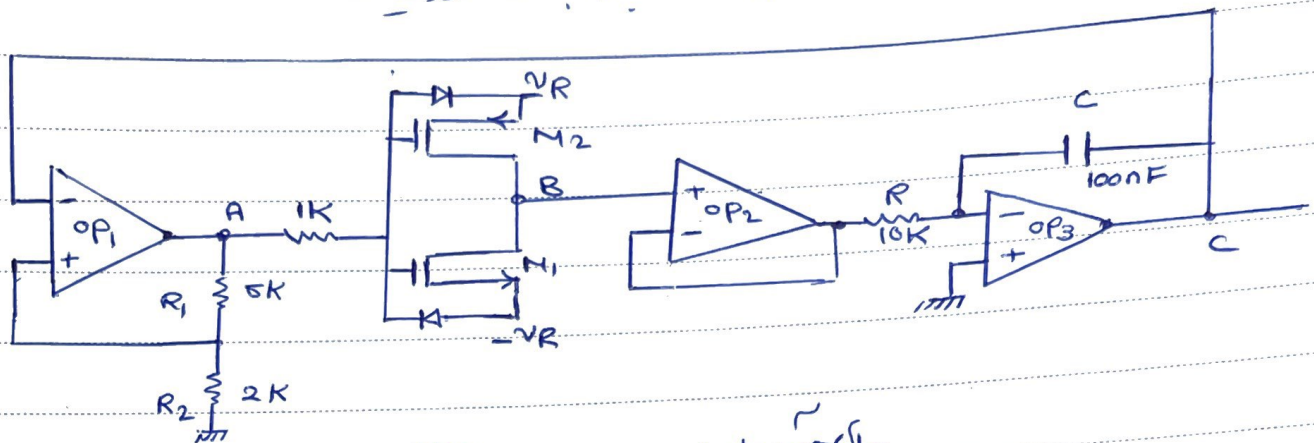
$$f = 25 \text{ Hz}$$

APCO

Subject

Date

مثال ۲- در شکل زیر مدار یک اسلایدر کنترل شده با ولتاژ دیده می شود. مدار را به دقت تحلیل کنید و به ازای $V_R = +2V$ ، شکل موج نقاط A و B و C را به صورت خفیه رسم کنید. رابطه فرکانس اسلایدر را بر حسب R و C و R_1 و R_2 و V_R و V_{omax} و V_{omin} بدست آورید.



$$V_{omax} = -V_{omin} = 10V$$

برای تحلیل آمپ

$$V_{thv} = -V_{thp} = 0.5V$$

$$0 < V_R < 10V$$

در وضعیت $-V_R$ و $+V_R$ خواص زیر دیده می شود برای حفاظت از سیگنال ها

طراحی

$$UTP \& LTP \text{ of Schmitt trigger: } UTP = V_{omax} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 2V$$

$$LTP = V_{omin} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = -2V$$

if $V_A = V_{omax} = +10V \rightarrow M_2: OFF \& M_1: Deep triode$

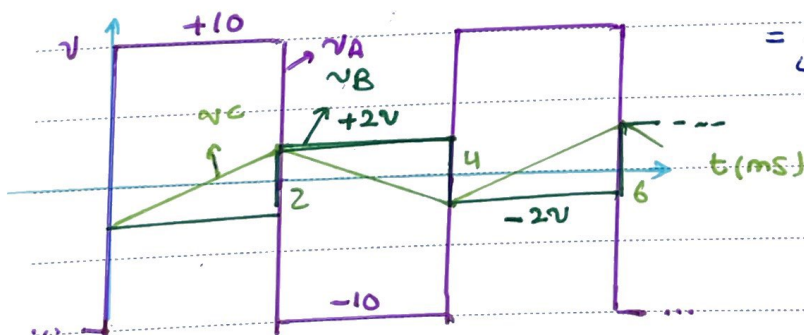
$\rightarrow V_B = -V_R$; if $V_O = V_{omin} = -10V \rightarrow V_B = +V_R = +2V$

$\rightarrow OP_3$: Integrators $\rightarrow I_{cap} = \pm \frac{V_R}{R}$; $CAV = I \Delta t$

$$\rightarrow C(V_{omax} - V_{omin}) \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_R T}{R}$$

$$\text{For similarity: } t_{on} = t_{off}; V_{omax} = -V_{omin} \rightarrow F = \frac{1}{4RC} \frac{V_R}{V_{omax}} \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$= \frac{1}{4 \times 10^{-7}} \times \frac{2}{10} \times \frac{10}{2} = 250 \text{ Hz}$$



Subject
Date

جلسه ۱۸: دیسکرام طرحی، دیسکرام طرحی (FUNCTION)

مضامین درس

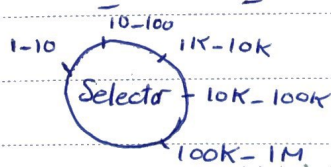
- * ۱. اصول طراحی Function Generator
- * ۲. تبدیل شکل موج مثلثی به سینوسی
- * ۳. ۱۵.۵۵۵

دیاگرام Function Generator

یک مجموعه خازن هست (C₁ الی C_n) به توسط Selector می توان انتخاب کرد و یک مدار سوئیچ به سبب آن خروجی است که از دو منبع جریان I₁ و I₂ به خازن متصل می شود.

اگر ما به یک منبع متصل شود یک رله بالا رود و خواهیم داشت و یک بافر داریم Gain یک پس در خروجی بافر هم یک رله بالا رود و داریم که اعمال می شود به استیمپ استرکچر UTP و LTP دارد و زمانه به ولتاژ رله به UTP برسد استیمپ استرکچر به سوئیچ فرمان می دهد که اتصال منبع جریان بالا می رانند و منبع جریان پایین را متصل می کند به سوئیچ به دیگر سرچون خازن می کند (با همان جریان بالا می رانند این رله به این رله خواهیم داشت تا باز برسد به LTP و به همین صورت ... شکل موجی مثلثی خواهیم داشت اگر با هم برابر باشند.

فرکانس را چگونه تعیین می دهیم؟ ما از چند خازن استفاده می کنیم به چند بار به تقسیم کنیم و برای مثال اگر C₁ و C₂ باشند با هم I_{min} ۱ Hz تولید می کنیم می توانیم ۱۰ Hz تولید کنیم بنابراین به تعداد decade ها می توانیم انتخاب کنیم.

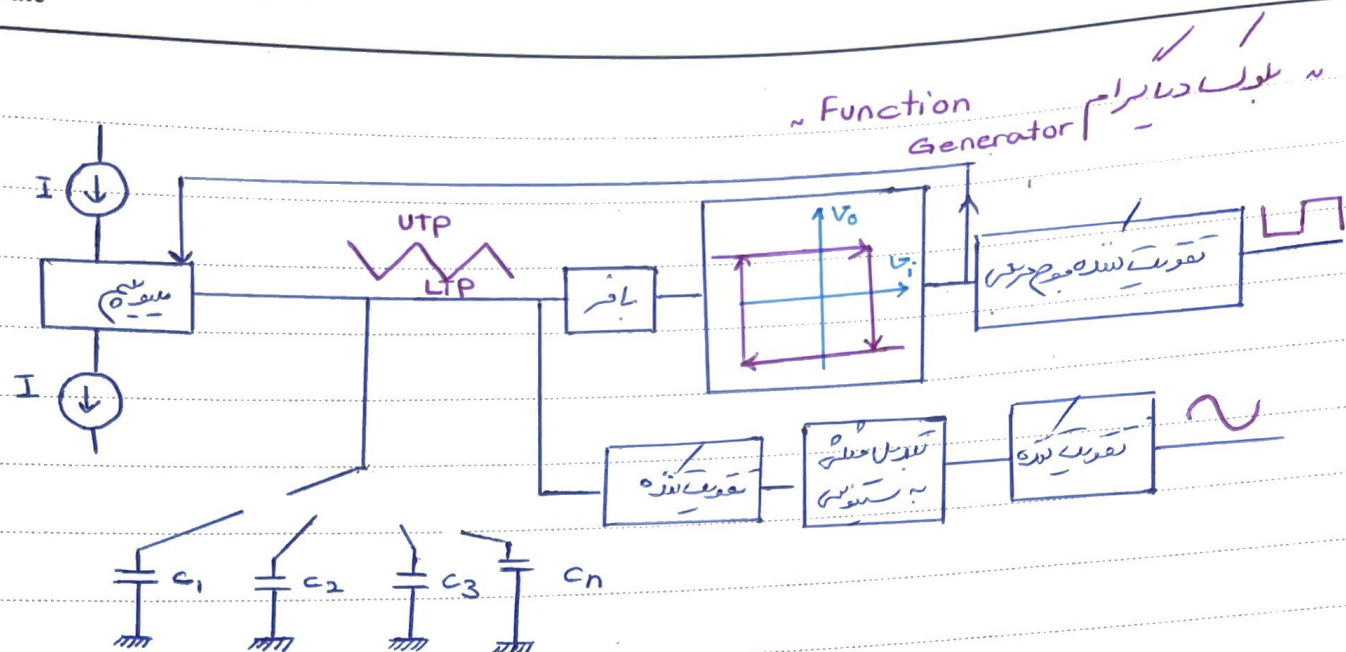


تایمر این در زمانه است

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = 10$$

C₁C₁/10C₁/100

و یک تقویت کننده داریم به مثله ا تقویت ران مثلثی سینوسی می سازیم



استفاده از Selector: می‌توانیم خانه‌های متفاوت (عمود یا سطر) را با یک فرم دایر و عمودین است IMAX
به IMIN هم (برای است) انتخاب کنیم تا به فرکانس‌های مختلف دست پیدا کنیم و داده‌ها را به گونه‌ای بر روی صفحه نمایش می‌دهیم.

[illegible]

مثال ۸: من خواهم یک پیکش از سرنایترو در محدوده ۱۵۰۰ تا ۱۰۰۰ cm^{-1} بگیرم. $\nu_{\text{peak}} = +20$ برای غلظت مناسبی است. با آنجا که هر حالتی می توانیم به باره های ضعیفی به صورت زیر دست پیدا کنیم.

$C_1: 10\text{Hz} - 100\text{Hz}$, $C_2: 100\text{Hz} - 1\text{KHz}$, $C_3: 1 - 20\text{KHz}$, $C_4: 10^4 - 100\text{KHz}$

C5: 100KHz - 1MHz

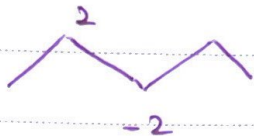
برای مثال فرض می‌کنیم $C_1 = 4.7 \mu F$ باشد

$$C \Delta V = I \Delta T \rightarrow 4,7 \times 10^{-6} \times (2 - (-2)) = I_{\text{MIN}} \times \frac{T}{2} \rightarrow 18,8 \times 10^{-6} = I_{\text{MIN}} \times \frac{1}{2 f_{\text{MIN}}}$$

$$18,8 \times 10^{-6} = I_{\text{MIN}} \times \frac{1}{2 \times 10} \rightarrow I_{\text{MIN}} = 0,376 \text{ MA} \rightarrow 0,376 \text{ MA} < I < 3,76 \text{ MA}$$

باتوجه به مقدار خازن ۱۰۰ می توانیم برای خازن های ۱۰۰ مقدار زیر را در نظر بگیریم :

$$C_1 = 4,7 \mu F, C_2 = \frac{C_1}{10} = 0,47 \mu F, C_3 = \frac{C_2}{10} = 47 nF, C_4 = \frac{C_3}{10} = 4,7 nF, C_5 = \frac{C_4}{10} = 0,47 nF$$



$$I_{min} = 10\mu A$$

$$C\Delta V = I\Delta T$$

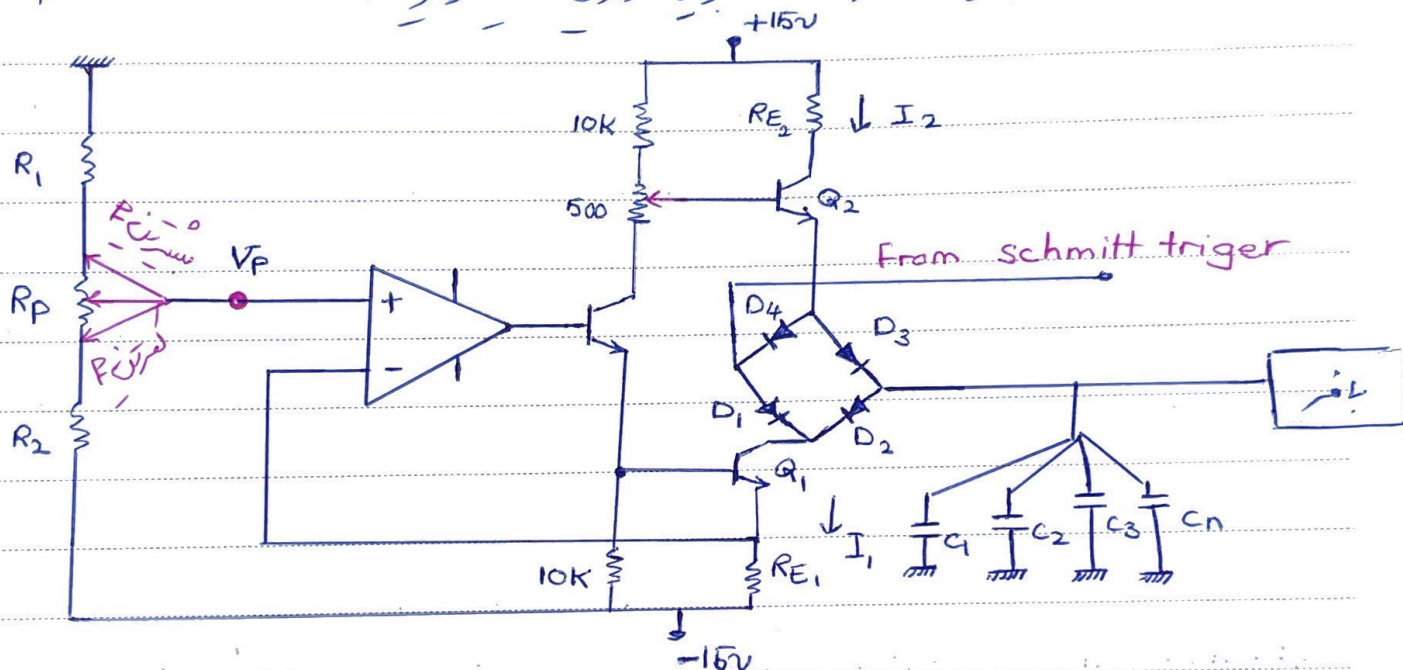
$$\downarrow$$

$$+1/2 = 1/2 R$$

در اطراف کیش منجم بانگ سوخت

* طرح ۱: خروجی Q_1 منجم بانگ Q_2 منجم بانگ Q_3 منجم بانگ Q_4 منجم بانگ
 به جریان به سست است و زمانه به ولت high شود (مثلاً 4V یا 5V)

D_1 is on → جریان از طریق این دیود می‌رود →



R_p به سست است و زمانه به ولت high شود (مثلاً 4V یا 5V)

برای اینکه استاتیک نباشد A در بدین حالت -5V باید شود.

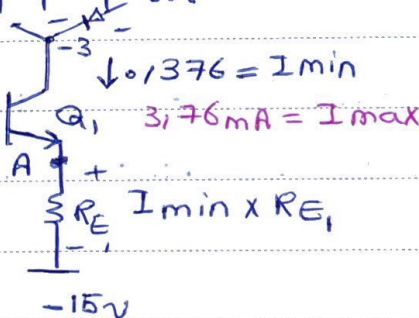
$$V_{E1} = -5V$$

$$V_{RE1} = 10V$$

$$\Rightarrow I_{max} = \frac{10}{R_{E1}}$$

$$I_{min} = \frac{1}{R_{E1}} \Rightarrow V_{E1}' = -14V$$

$$\Rightarrow I_{min} = \frac{1V}{R_{E1}}$$



$$I_{max} \times R_{E1}$$

$$3.76mA = I_{max}$$

$$0.1376 = I_{min}$$

$$I_{min} \times R_{E1}$$

Subject

Date

به تحلیل مدار صفحه قبل به

با توجه به وجود خازن یک منفی در مدار و اینکه $V_{id} = 0$ است

$$V_{RE_1} = V_P - (-15) = V_P + 15$$

$$I_{E_1} = \frac{V_P + 15}{R_{E1}}$$

$$V_{E_1, \text{Max}} = V_{P, \text{Max}} = -5V$$

برای به دست آوردن ترانزیستورها (فرض است)

$$R_{E1} = \frac{10}{3.76} = 2.66 \text{ K}\Omega$$

$$I_{E_1, \text{Max}} = \frac{-5 + 15}{R_{E1}} = 3.76 \text{ mA}$$

از محاسبه در دسترس به صورت max در بول اول به این مقدار باشد

واضح است که برای کار به صورت یک بیابست و اجتناب داریم

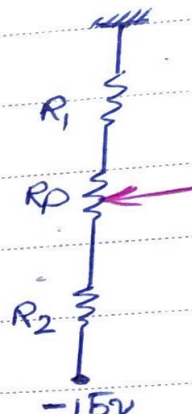
$$V_{P, \text{min}} = ? \text{ if } V_{P, \text{min}} = -14$$

$$I_{E_1, \text{Min}} = \frac{-14 + 15}{2.66 \text{ K}} = 0.376 \text{ mA}$$

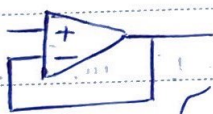
$$\left\{ \begin{array}{l} -15 \frac{R_P + R_1}{R_P + R_1 + R_2} = -14 \\ -15 \frac{R_1}{R_P + R_1 + R_2} = -5 \end{array} \right.$$

$$\frac{R_P + R_1}{R_P + R_1 + R_2} = \frac{14}{15}$$

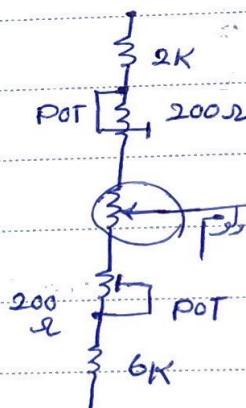
$$\frac{R_1}{R_P + R_1 + R_2} = \frac{1}{3}$$



ماضی های فانتزی تر از آنور باور DC باشد
استاد سرین بافر DC یک است



احتمالاً در این مدارهای خوب به نظر می آید
بنابراین طرح را جایزین می کنیم به در صفحه بعد



سکال بیابست

خازن برای جلوگیری از نویز

Subject

Date

$$I_{B3} \ll I_{\text{min charge}}$$

$$I_{B3} = \frac{0.1376 \text{ mA}}{40} = 9.4 \mu\text{A}$$

$$\beta_3 = 100$$

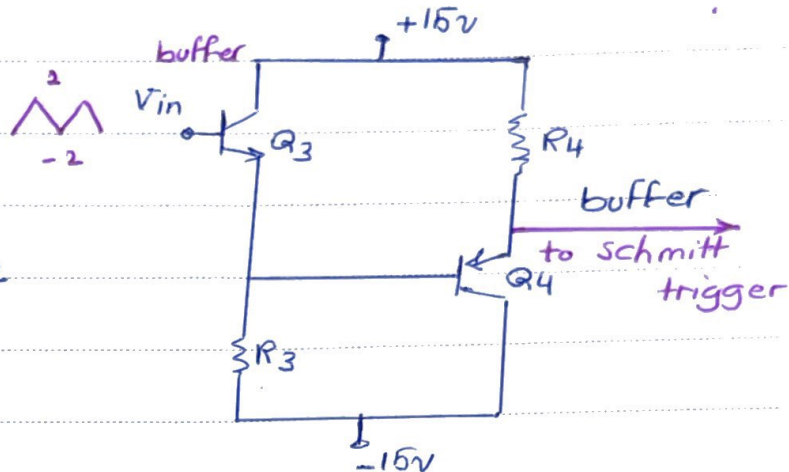
$$I_{E3} = 940 \mu\text{A}$$

$$R_3 = \frac{2 - 0.7 - (-15)}{0.94 \text{ mA}} = 17.25 \approx 18 \text{ k}\Omega$$

$$I_{B3} \approx \frac{1}{10} I_{E3} = 94 \mu\text{A}$$

$$I_{E4} = 9.4 \text{ mA}$$

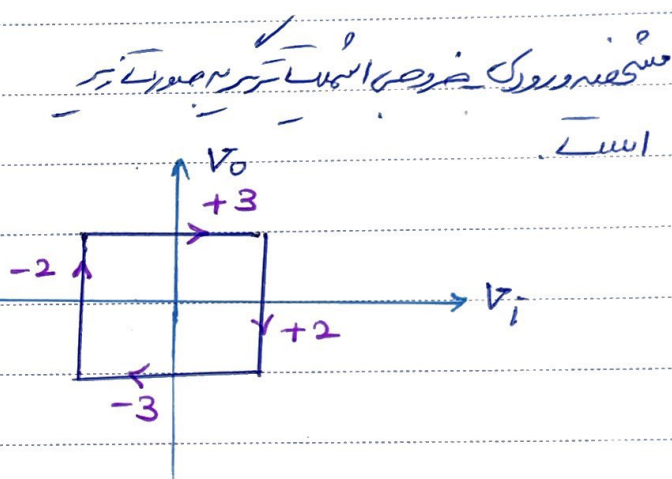
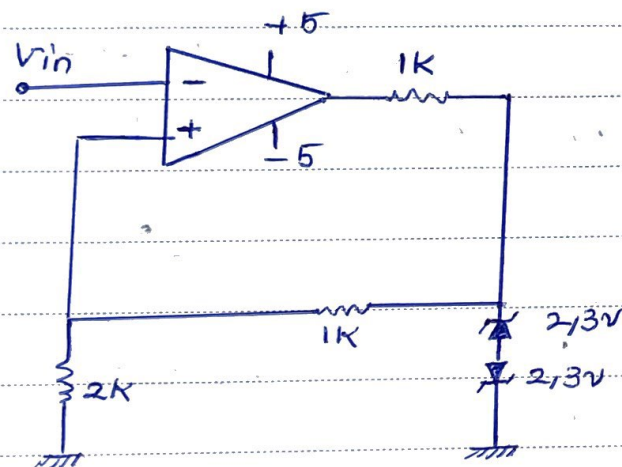
$$R_4 = \frac{15 - (-2)}{9.4 \text{ mA}} = 1.8 \text{ k}\Omega$$



دکشن الیمنٹ

$$V_{\text{omax}} = -V_{\text{omin}} = 2.3 + 0.7 = 3 \text{ V}$$

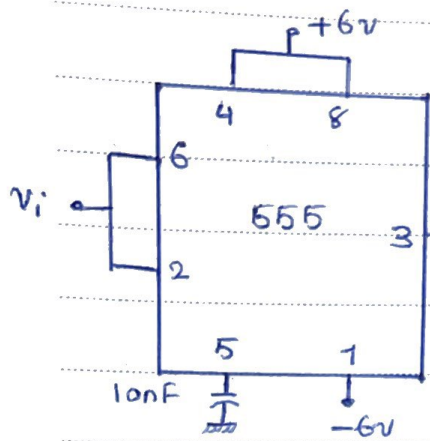
$$UTP = -LTP = 3 \times \frac{2 \text{ k}}{2 \text{ k} + 1 \text{ k}} = 2 \text{ V}$$



این مدار با استفاده از یک مقایسه‌گر ساخته شده است

حالت این مدار : IC555

به طرز استیلا تر با استفاده از IC 555

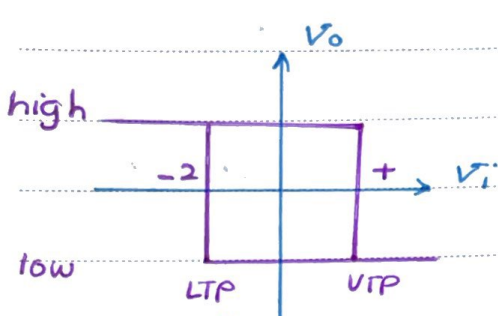


در هنگام کاهش V_i ، ولتاژ $V_{CC} - (-V_{EE}) - V_{EE}$ به $V_{CC} - (-V_{EE}) - V_{EE}$ می‌رسد و در سطح high قرار می‌گیرد.

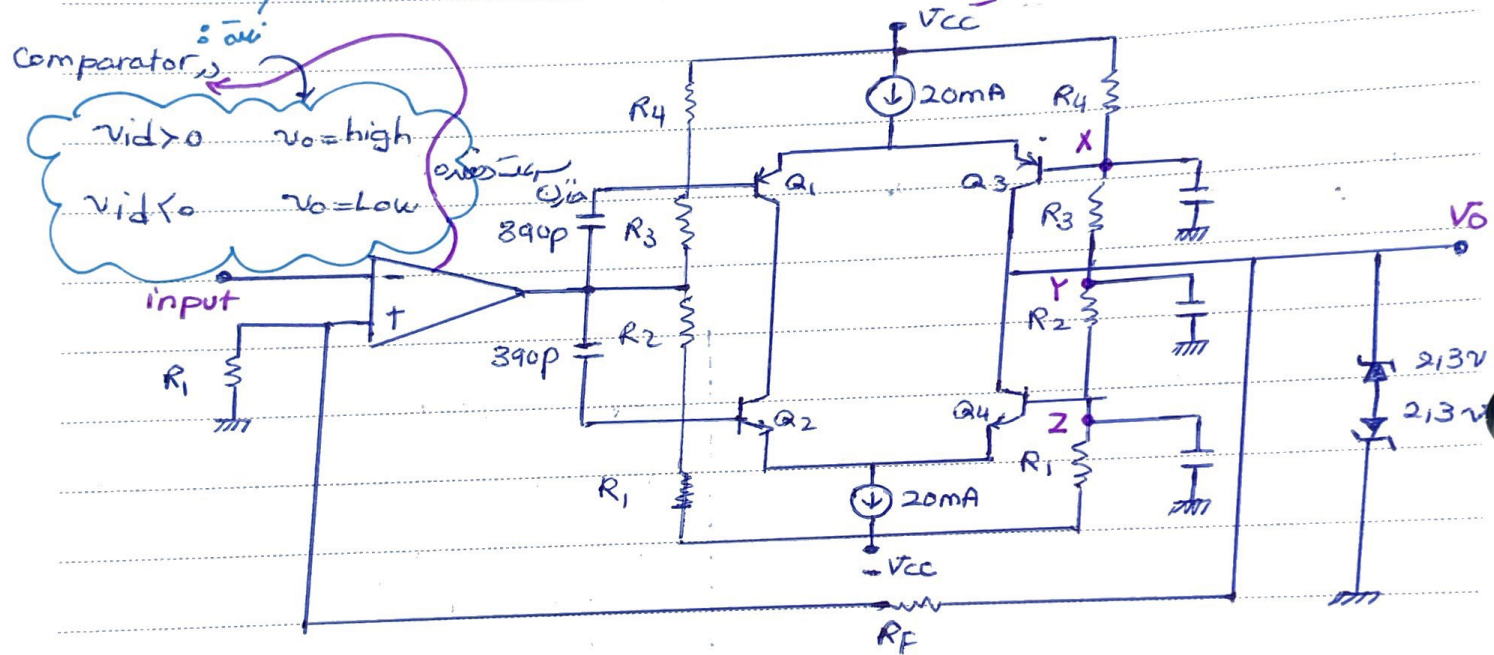
$$LTP = \left[\frac{1}{3} (V_{CC} - (-V_{EE})) \right] - V_{EE} = 4 - 6 = -2V$$

در هنگام کاهش V_i ، ولتاژ $V_{CC} - (-V_{EE}) - V_{EE}$ به $V_{CC} - (-V_{EE}) - V_{EE}$ می‌رسد و در سطح high قرار می‌گیرد.

$$LTP = \left[\frac{2}{3} (V_{CC} - (-V_{EE})) \right] - V_{EE} = 8 - 6 = +2V$$



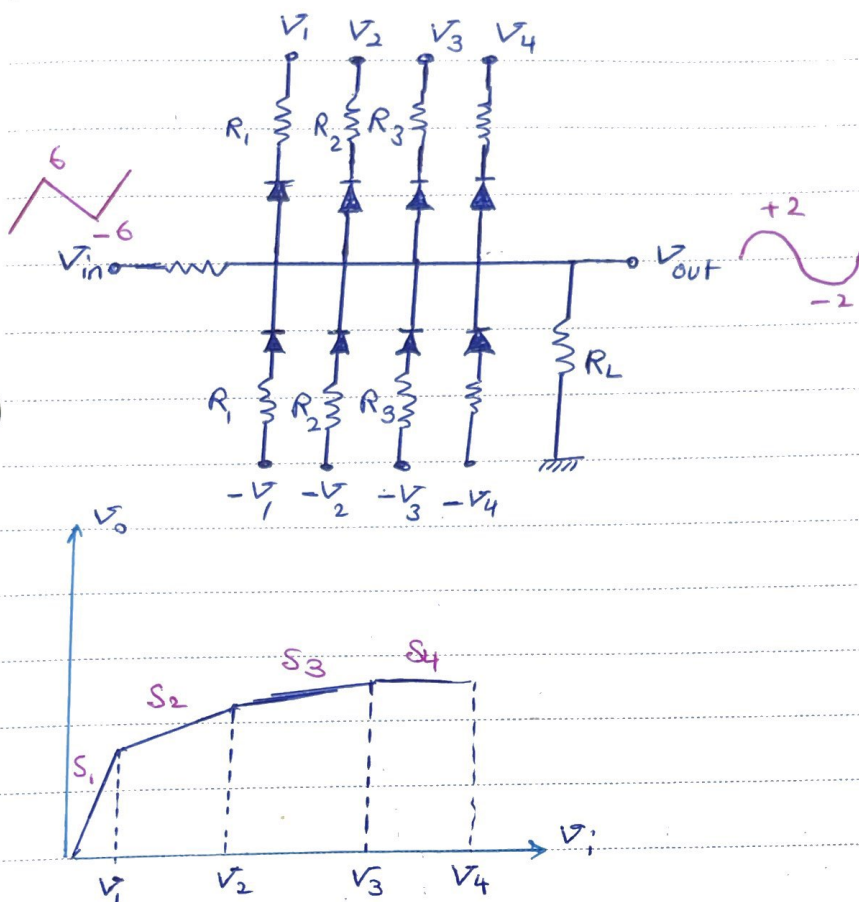
استیلا تر با استفاده از مقایسه کننده (Comparator)



به بخش دوم تبدیل شکل موج مثالی به سینوسی

روش اول: تعریف خطی

$$V_1 < V_2 < V_3 < V_4$$



$$S_1 = \frac{R_L}{R_L + R}$$

$$S_2 = \frac{R_1 \parallel R_L}{(R_1 \parallel R_L) + R}$$

$$S_3 = \frac{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L}{(R_1 \parallel R_2 \parallel R_L) + R}$$

$$S_4 = \frac{R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_L + R}$$

$$S_5 = 0$$

از حالت ۳۰ درجه

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$V_o(\theta=30^\circ) = V_m \sin \theta = 2 \times \frac{1}{2} = 1V$$

$$V_i(\theta=30^\circ) = 6 \times \frac{30^\circ}{90^\circ} = 2V$$

$$S_1 = \frac{V_o(30^\circ)}{V_i(30^\circ)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{R_L}{R_L + R} = \frac{1}{2}$$

$$R = R_L = 10K\Omega$$

$$V_1 = V_o(30^\circ) - 0.6 = 0.4V$$

از حالت ۴۵ و ۳۰ درجه

$$\sin 45^\circ = 0.707$$

$$V_o(\theta=45^\circ) = V_m \sin \theta = 2 \times 0.707 = 1.414V$$

$$V_i(\theta=45^\circ) = 6 \times \frac{45^\circ}{90^\circ} = 3V$$

$$S_1 = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{1.414 - 1}{3 - 2} = 0.414$$

$$\frac{R_1 \parallel R_L}{R_1 \parallel R_L + R} = 0.414$$

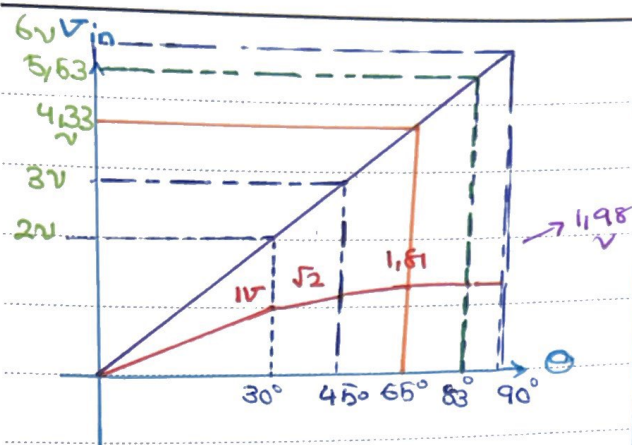
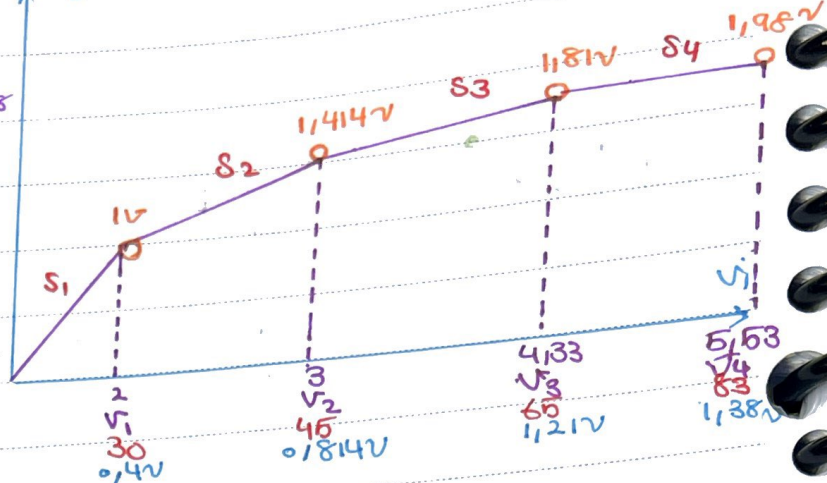
$$R_1 \parallel R_2 = 7.06K\Omega$$

$$R_1 = 24.101K\Omega$$

$$V_2 = V_o(45^\circ) - 0.6 = 0.814V$$

Subject

Date

 V_o 

از 65 تا 45 درجه

$$\sin 65^\circ = 0.90$$

$$V_o(\theta=65^\circ) = V_m \sin \theta = 2 \times 0.90 = 1.81V$$

$$V_i(\theta=65^\circ) = 6 \times \frac{65^\circ}{90^\circ} = 4.33V$$

$$S_3 = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{1.81 - 1.1414}{4.33 - 3} = 0.3$$

$$\frac{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_L + R} = 0.414$$

$$R_1 \parallel R_2 \parallel R_L = 4.28K\Omega$$

$$R_2 = 10.87K\Omega \quad V_3 = V_o(65^\circ) - 0.6 = 1.21V$$

$$\sin 83^\circ = 0.99$$

$$V_o(\theta=83^\circ) = V_m \sin \theta = 2 \times 0.99 = 1.98V$$

$$V_i(\theta=83^\circ) = 6 \times \frac{83^\circ}{90^\circ} = 5.153V$$

$$S_4 = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{1.98 - 1.81}{5.153 - 4.33} = 0.14$$

از 65 تا 83 درجه

$$\frac{R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_L}{R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_L + R} = 0.14$$

$$R_3 = 2.62K\Omega$$

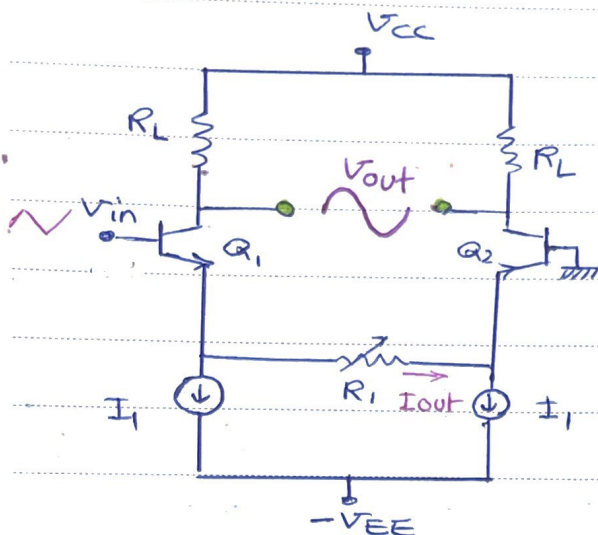
$$R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_L = 4.28K\Omega$$

$$V_4 = V_o(83^\circ) - 0.6 = 1.38V$$

تست برای درک این قضیه بررسی شود ← مشاهده شود

PCO

روش دوم: تقریب اشتقاقی

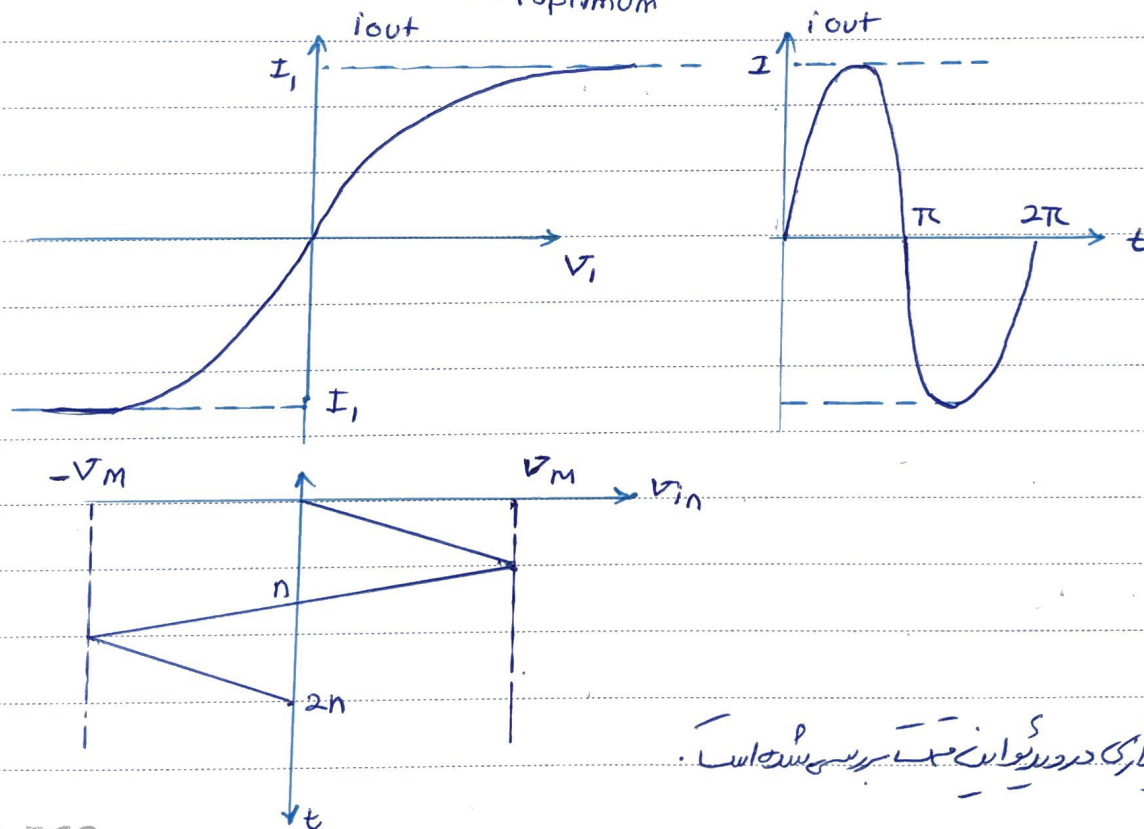


$$(v_{in})_{pp} = \pi \left(\frac{I_1 R_1}{2} + V_T \right)$$

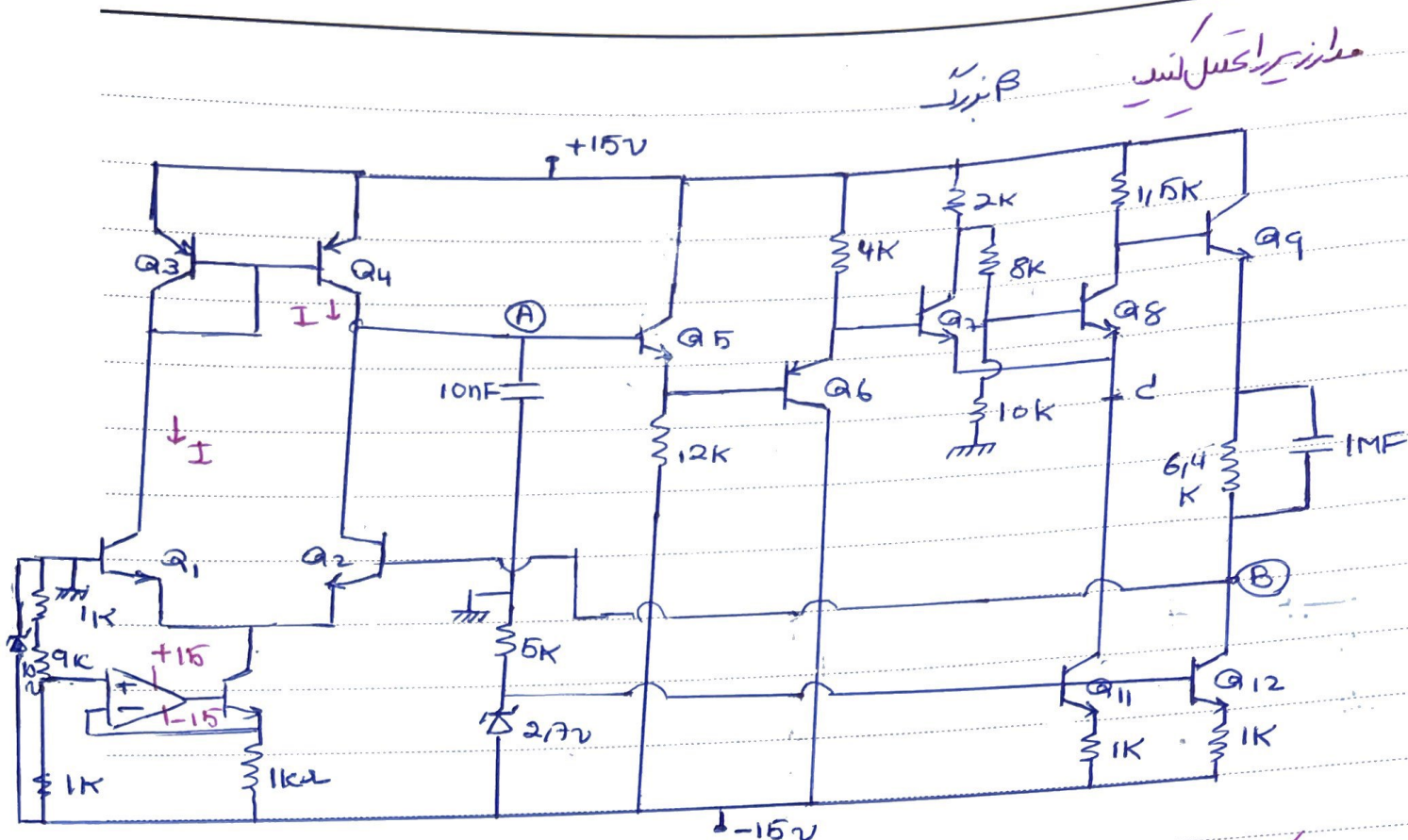
THD: خطای غیر خطی بودن در خروجی

$$2 \ll \frac{I_1 R_1}{V_T} \ll 3.3 \rightarrow 2\pi \ll \frac{(v_{in})_{pp}}{V_T} \ll 2.65\pi$$

$$\text{if } v_T = 26 \text{ mV} \rightarrow (v_{in})_{pp}|_{\text{optimum}} \approx 2.3\pi V_T = 190 \text{ mV}$$



شماره‌های درج شده در این کتاب



$Q_7: \text{off}, Q_8: \text{on}$ *در*

$$V_{B8} = 15 \times \frac{10}{20} = 7.5V \rightarrow V_{E8} = 6.8V \rightarrow UTP = 7.3V ;$$

$$I_{11} = \frac{2.7 - 0.7}{1K} = 2mA \rightarrow V_{C8} = 15 - 2 \times 1.5 = 12V$$

$$V_{E9} = 11.3V$$

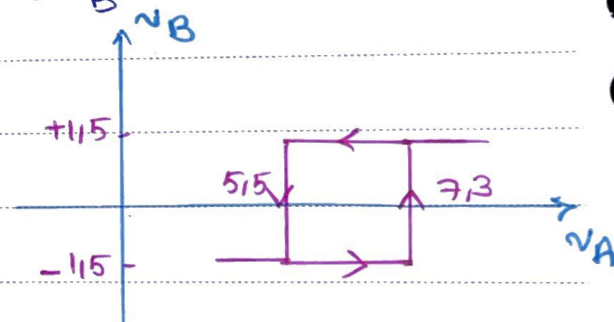
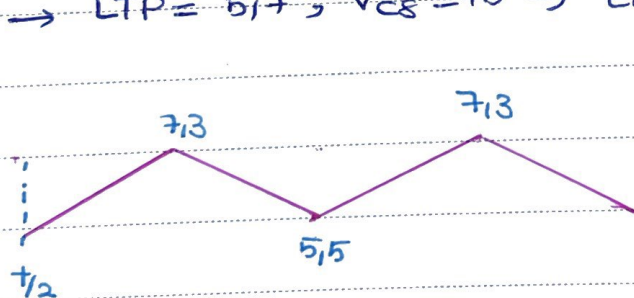
$$I_{12} = I_{11} = 2mA \rightarrow V_B = 11.3 - 6.4 \times 2 = -1.5V ;$$

$$Q_7: \text{on}, Q_8: \text{off} \rightarrow \frac{15 - V_C}{2K} = \frac{V_C}{18K} + I_{CQ} ; I_{C7} = 2mA \rightarrow$$

$$V_{C7} = 9.91V$$

$$\rightarrow V_{B8} = 9.91 \times \frac{10}{18} = 5.5V \rightarrow LTP = 0.7 = 5.5 - 0.5$$

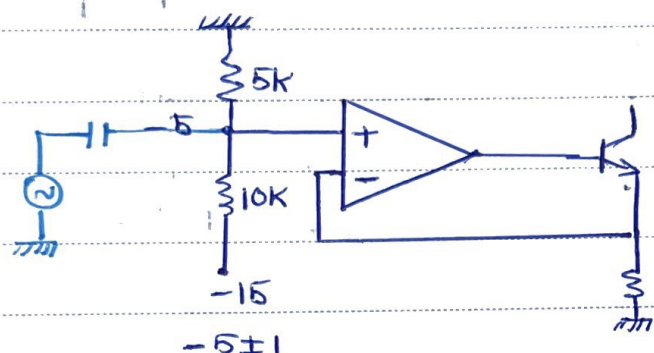
$$\rightarrow LTP = 5.7 ; V_{C8} = 15 \rightarrow V_{E8} = 14.3 \rightarrow V_B = 14.3 - 2 \times 6.4 = +1.5V$$



$$\Delta z = \text{CDV} = I \Delta t \Rightarrow 10^{-8} \times (7.3 - 5.5) = 10^{-2} \times \frac{1}{F_{\text{max}}} ; F_{\text{max}} = \dots$$

$$f_{\max} = \frac{10^{-2}}{10^{-8} \times 1.8 \times 2} = \frac{1000 \text{ KHz}}{3.6} \approx 278 \text{ KHz}$$

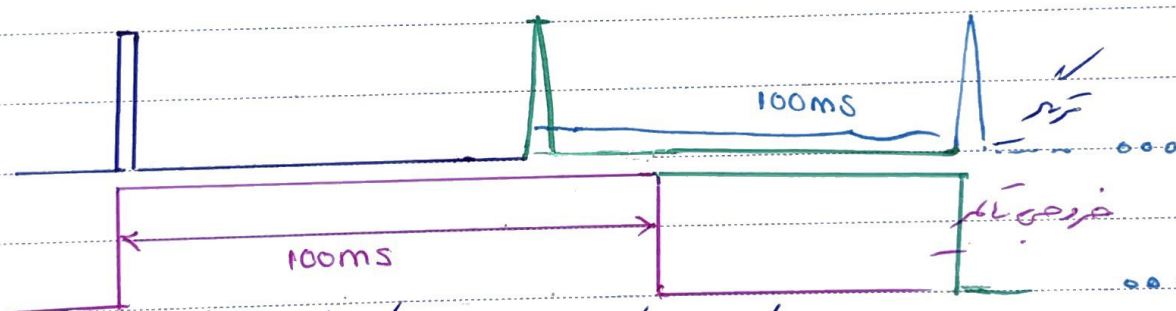
$$F_{\min} = 27,8 \text{ KHz}$$



✓
حداد حسن سی بر

IC 555

4528 ← حاکم ابن ادریس و جوادیه شیراز
فوق تسلط ایس کریمی و آید و نامی و اعطال و لغز



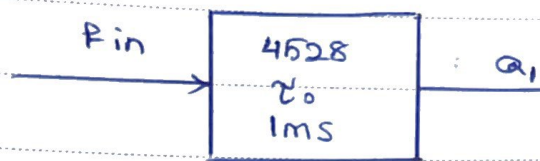
مثلاً قرار است مقدار 100ms پس از بقیه این را با R و C تنظیم می کنیم که در پالتک موجوده
اعلا خصوصیات این است که اگر در تقویمی که قبلاً قرار داده ایم R را تغییر می دهیم در این مورد دوباره از تقویمی
تغییر جدید 100ms را در روغن می ماند

Subject

Date

مثال 3

در مثال 2

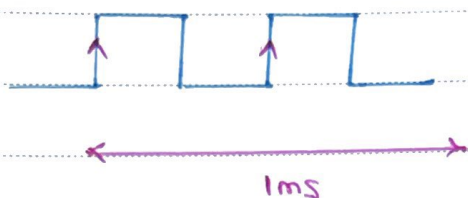


$$F_0 = \frac{1}{\tau_0} = 1\text{KHz}$$

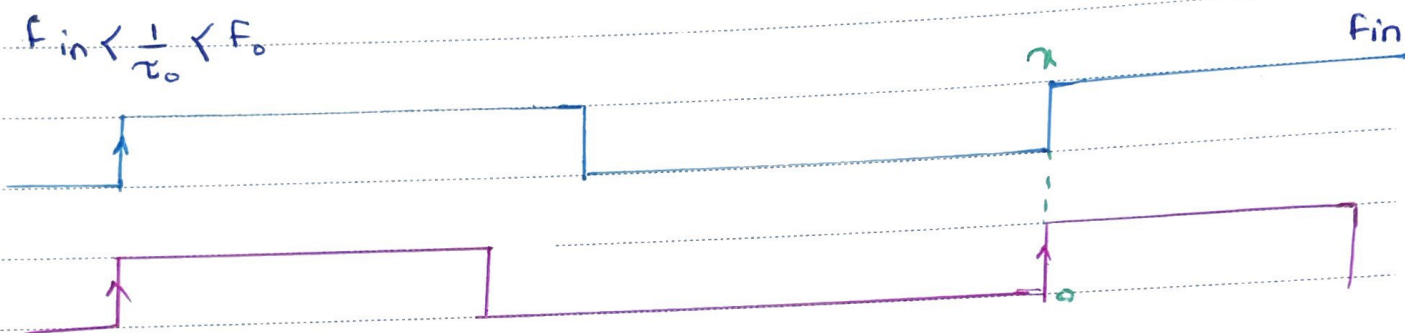
$$F_{in} > \frac{1}{\tau_0} > F_0$$

$\rightarrow Q_1 = \text{high}$

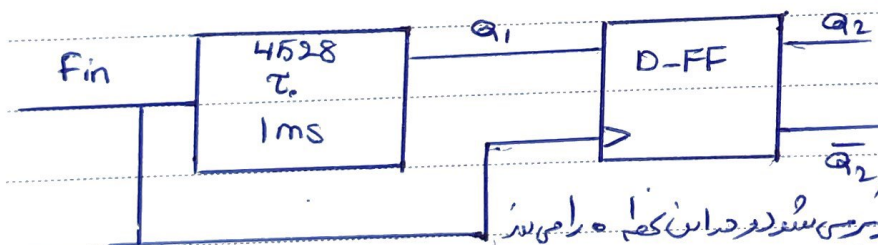
اتفاق می آید که در این حالت Q_1 همواره غیر صفر است به علت اینکه قابلیت ترنژر منو است



$$F_{in} < \frac{1}{\tau_0} < F_0$$



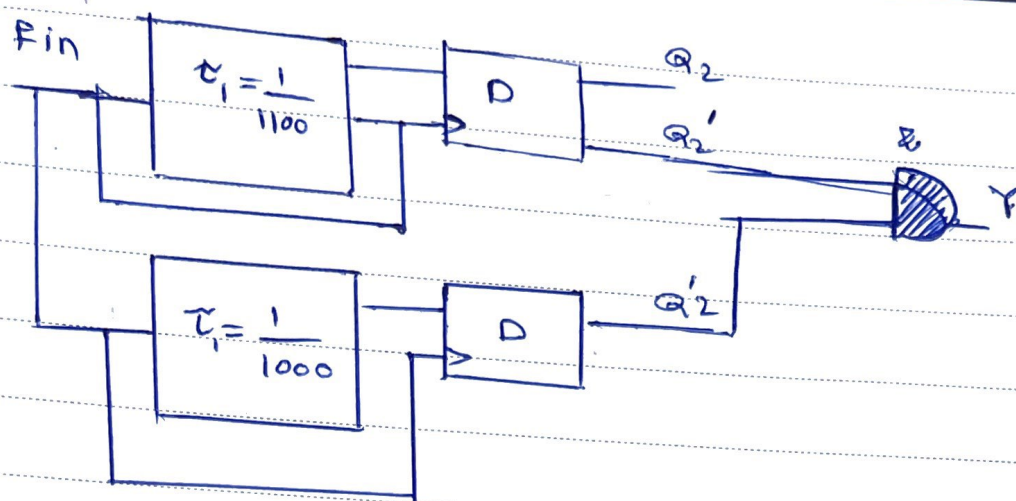
حال اگر $D\text{-FlipFlop}^*$ اضافه کنیم ربط آن را به خروجی تایمر میزنیم



در این حالت $D\text{-FF}$ این کار در قف است و ترنژر منو در این حالت به کار نمی آید
بنابراین $\phi = Q_2$

$$F_{in} < \frac{1}{\tau_0} < F_0 \rightarrow Q_2 = \phi$$

$$F_{in} > \frac{1}{\tau_0} > F_0 \rightarrow Q_2 = 1$$



$$1000 < F_{in} < 1100$$

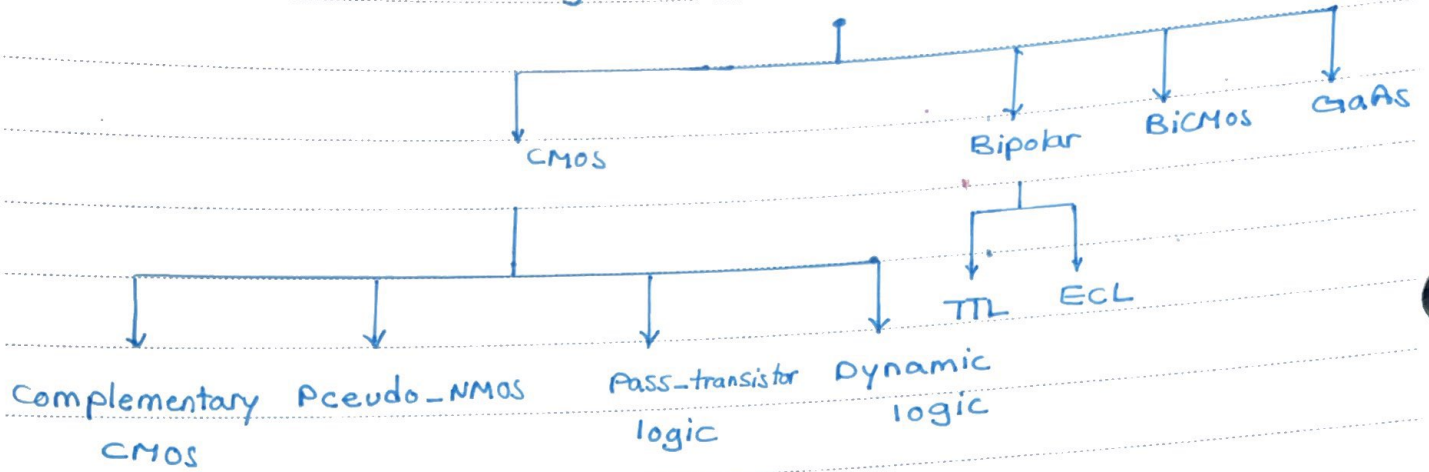
$$\rightarrow \begin{aligned} Q_2 &= 0 \\ Q_2' &= 1 \end{aligned}$$

$$\rightarrow T=1$$

Subject _____
Date _____

طرح های مختلف مدارهای دیجیتال (CMOS) PUN-PDN

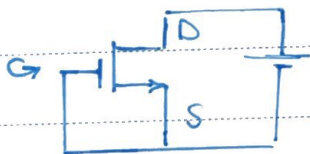
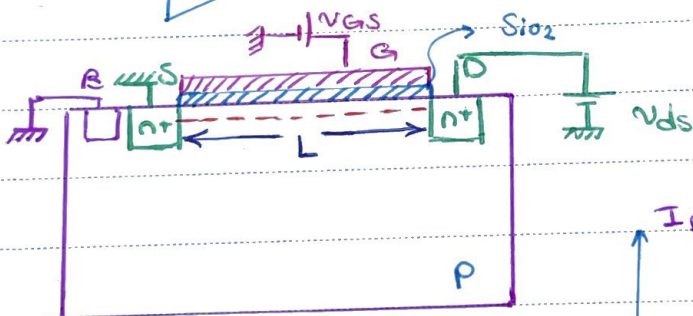
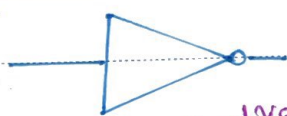
طرح های مختلف مدارهای دیجیتال بر اساس تکنولوژی ساخت :
Digital IC technologies & logic-circuit Families



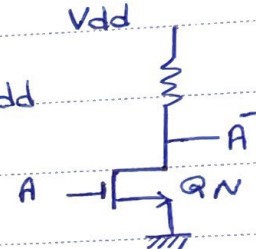
طرح های مختلف مدارهای دیجیتال NMOS

NMOS :

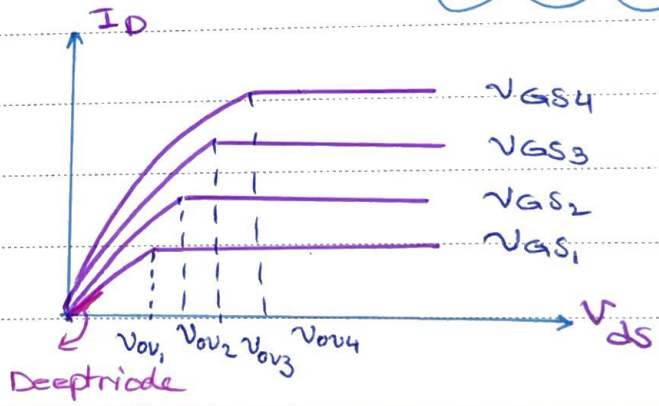
NOT $\bar{A}$



$A \rightarrow V_{DD}$ $\text{خروج} \rightarrow 0$
 $A \rightarrow 0$ $\text{خروج} \rightarrow V_{DD}$



* نکات مهم



2.1.2.3

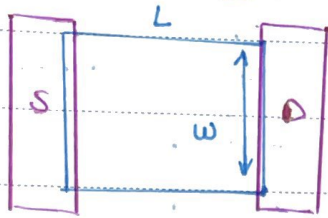
$$V_{GS} < V_{th} \rightarrow I_D = 0$$

اسیاع

$$V_{GS} > V_{th}, V_{GS} = V_{th} + V_{on}$$

$$V_{DS} > V_{ov} \rightarrow I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2$$

طول کانال ← L ← عرض کانال ← w



$$V_{DS} < V_{GS},$$

تریود

$$I_D = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{ov} - V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS} V_{DS})$$

$$\frac{1}{2} V_{DS} \ll V_{ov}$$

$$V_{DS} \ll 2 V_{ov} \rightarrow \text{Deep triode}$$

$$I_D = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th}) V_{DS}$$

$$\frac{V_{DS}}{I_D} = r_{on} = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})}$$

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{thp})^2$$

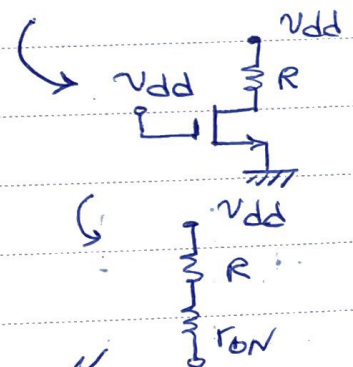
PMOS برای



حال اگر V_{GS} را به V_{DD} زیاد کنیم و ولت R را خیلی بزرگ (یا اندک) کنیم $\rightarrow$ Deep triode

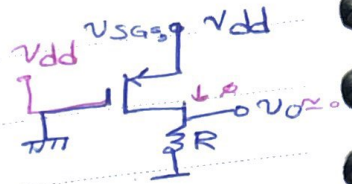
$$V_O \approx V_{DD} \times \frac{r_{on}}{R + r_{on}}$$

علاقم می شود
زیر R بزرگ و r_{on} کم

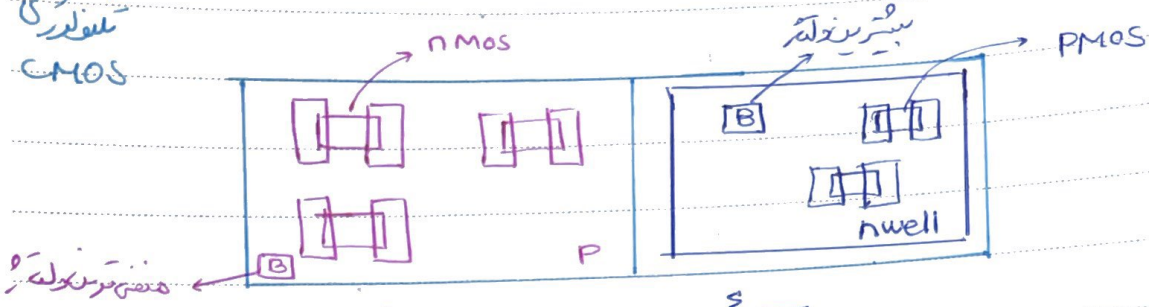


اگر V_{GS} را به زمین وصل کنیم و ولت R را خیلی بزرگ (یا اندک) کنیم $\rightarrow$ NMOS در high

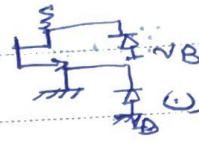
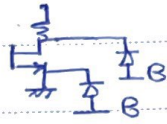
$$V_{SG} = V_{DD}$$



نقطه
CMOS



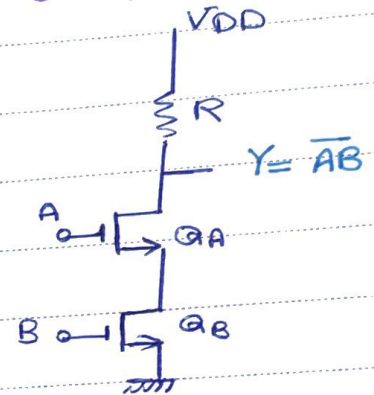
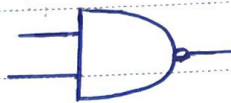
منطقه



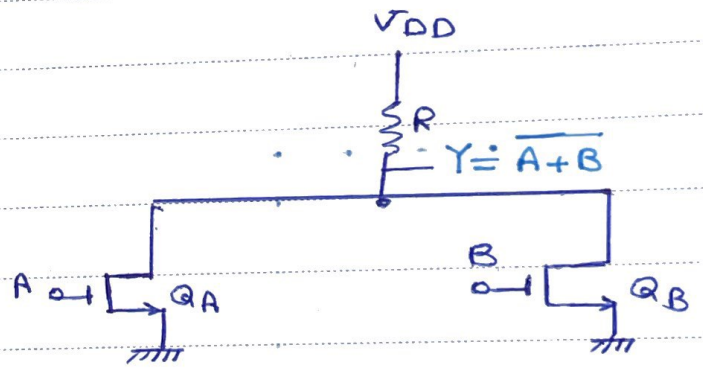
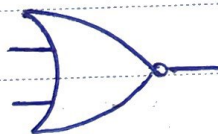
اینها با دیویدهای بلو و پس از آن سیت
امپدانس ورودی با سفت ∞ است عا SiO_2

ادامه ستهای کاه با NMOS

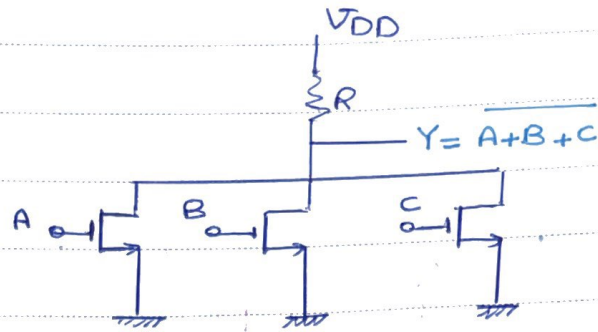
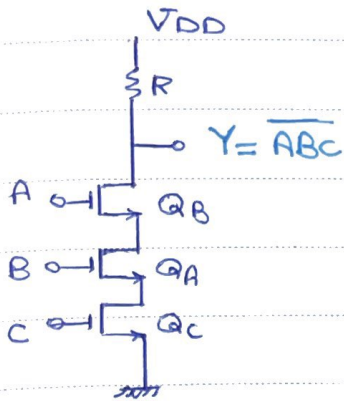
A	B	V_o
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



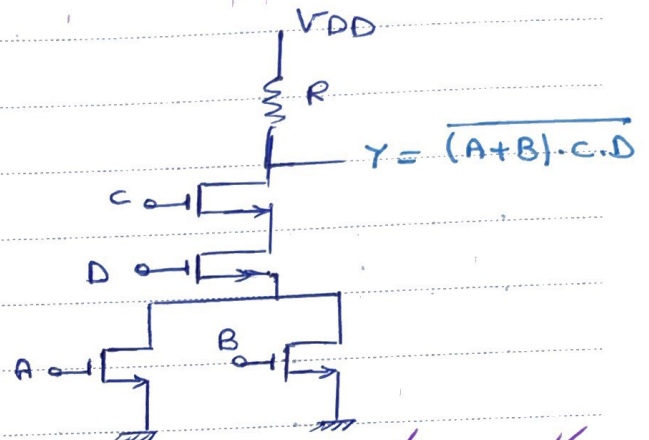
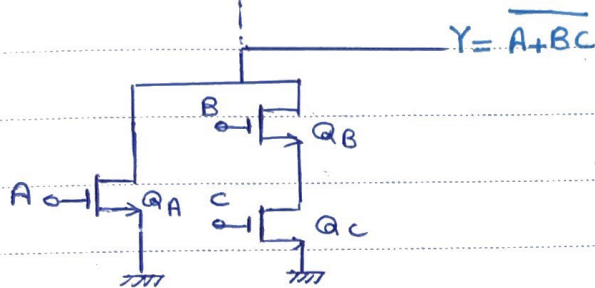
A	B	V_o
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Subject
Date



مثال



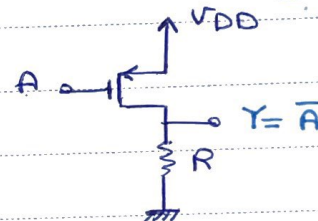
PMOS:

$$V_A = V_{DD} \rightarrow Q_A: \text{off}$$

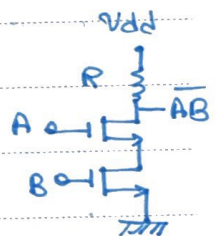
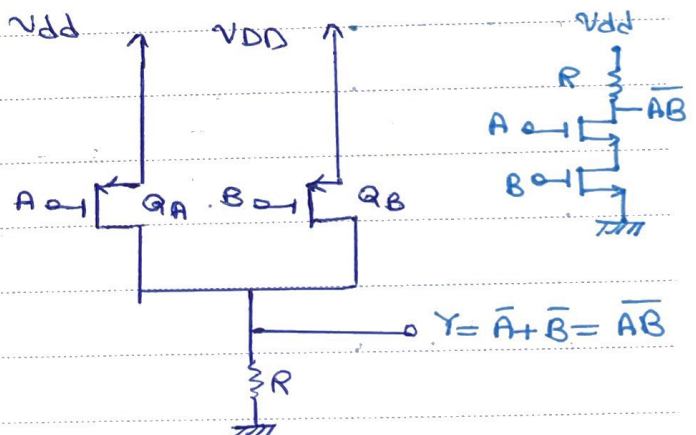
$$I_D = 0 \rightarrow V_O = \phi$$

$$V_A = \phi, V_{OV} = V_{DD} - |V_{th}|$$

$\rightarrow Q_A: \text{Deep triode}$ $V_O \approx V_{DD}$

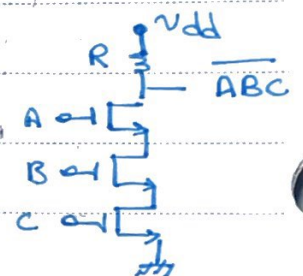
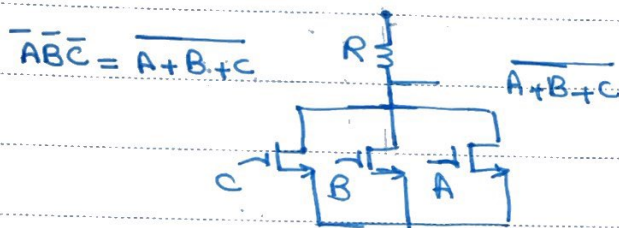
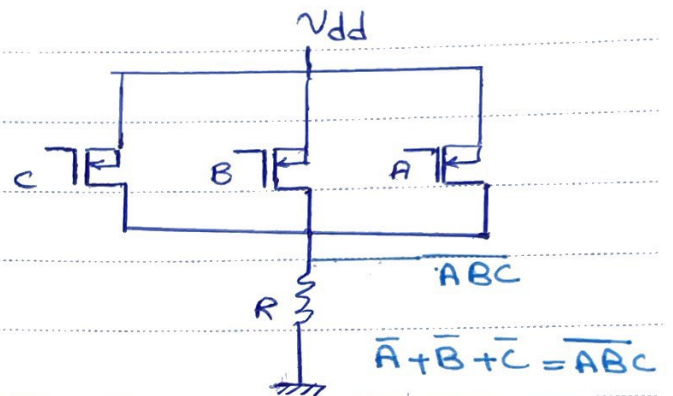
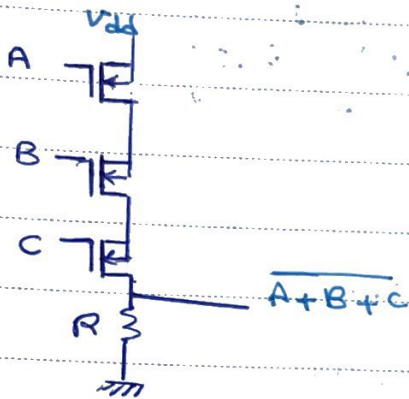
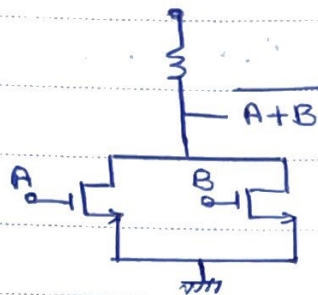
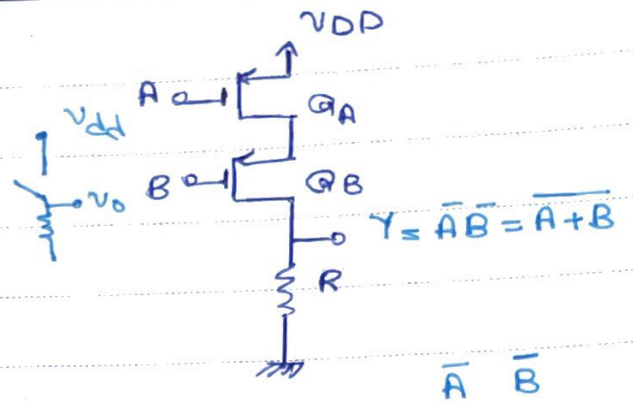


A	B	V_O
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

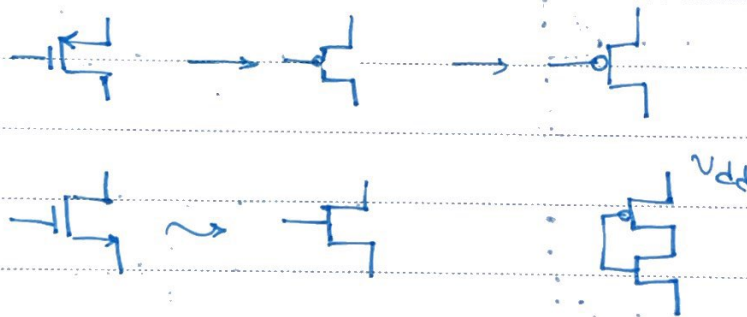


Subject
Date

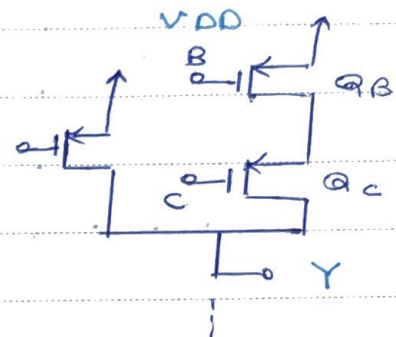
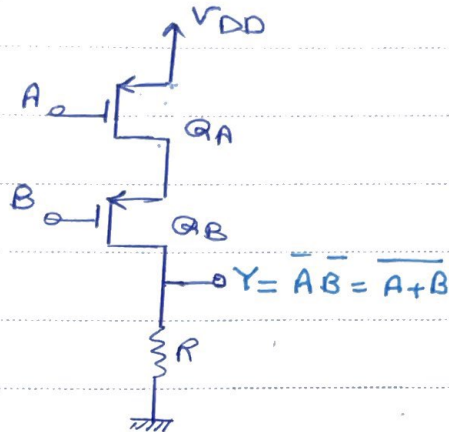
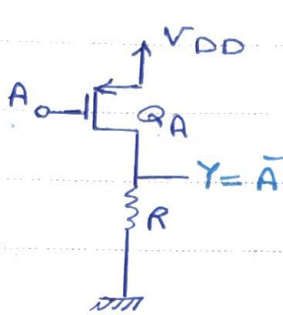
A	B	V_o
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



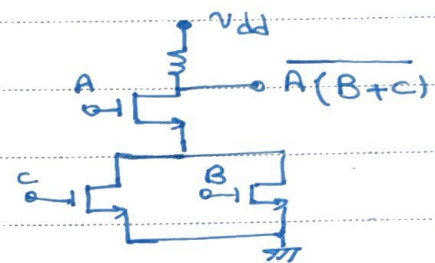
در سلسله دیکال



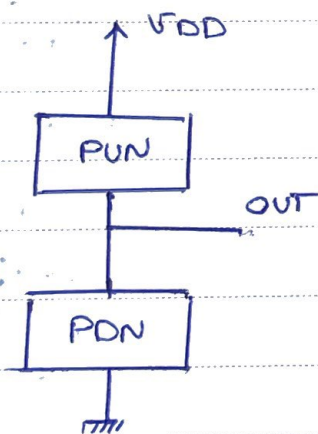
PMOS logic :



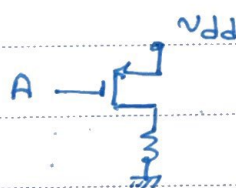
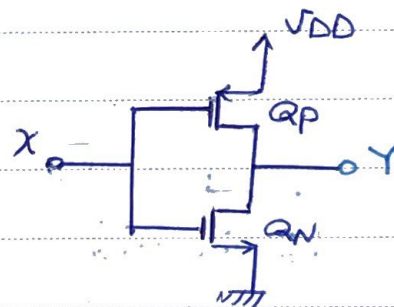
$$Y = \overline{A + BC} = \overline{A(B + C)}$$



CMOS logic :

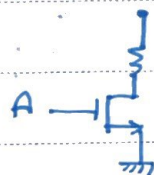


NOT :



$$\text{if } A = 0 \rightarrow \frac{V_{DD}}{R}$$

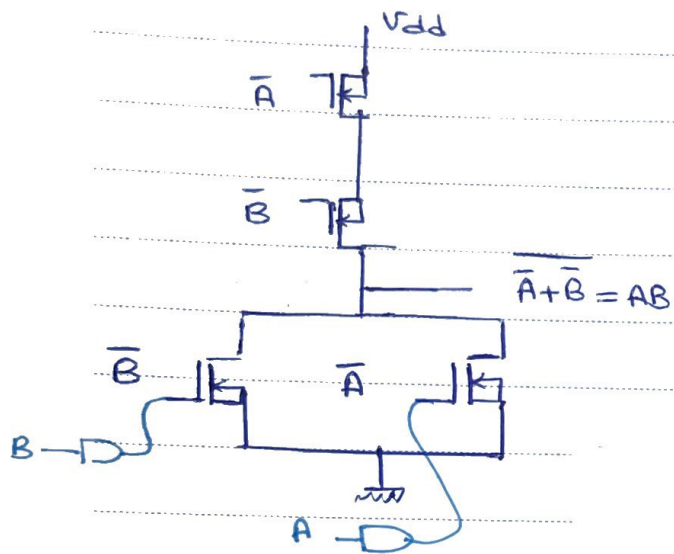
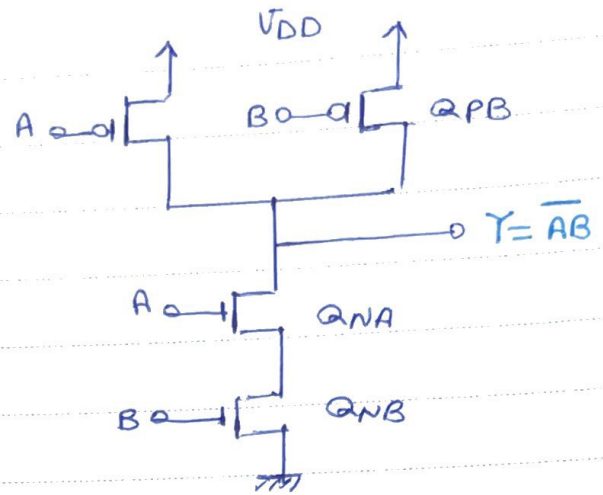
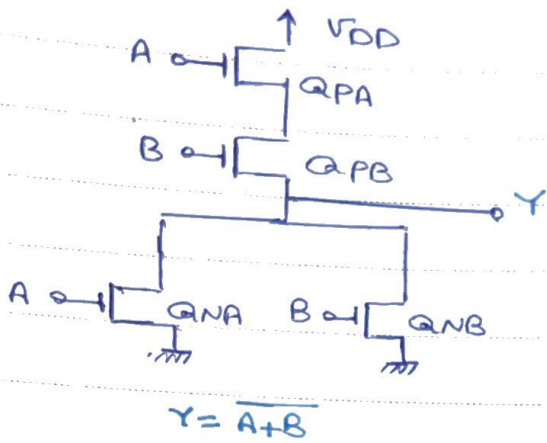
$$A = 1 \rightarrow I \approx 0$$



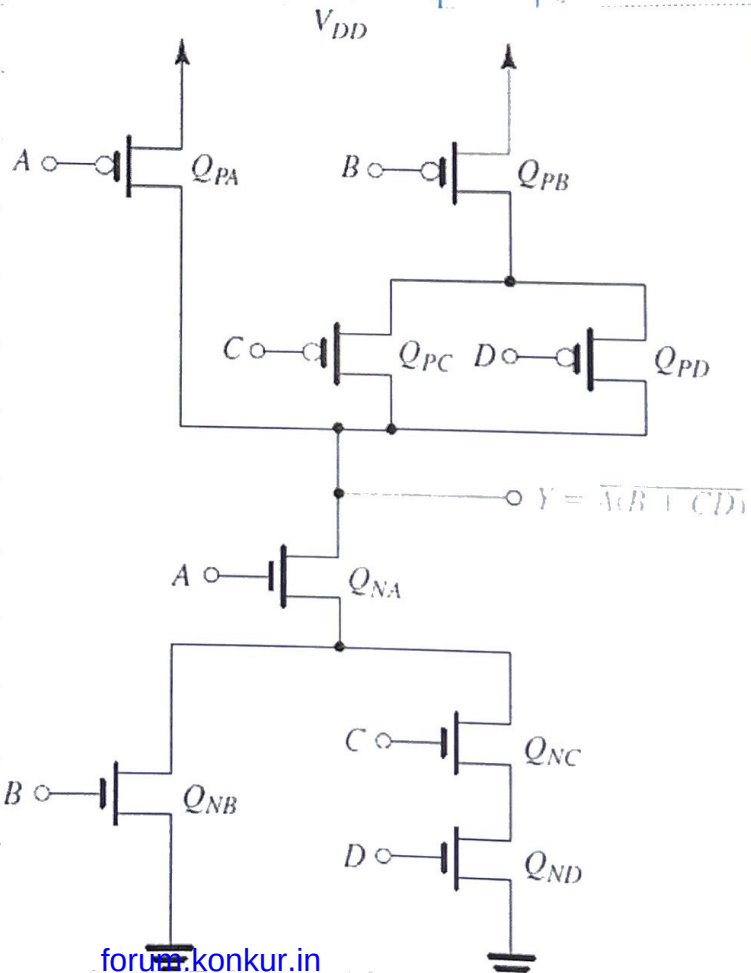
$$A = 0 \rightarrow I \approx 0$$

$$A = 1 \rightarrow \frac{V_{DD}}{R} = I$$

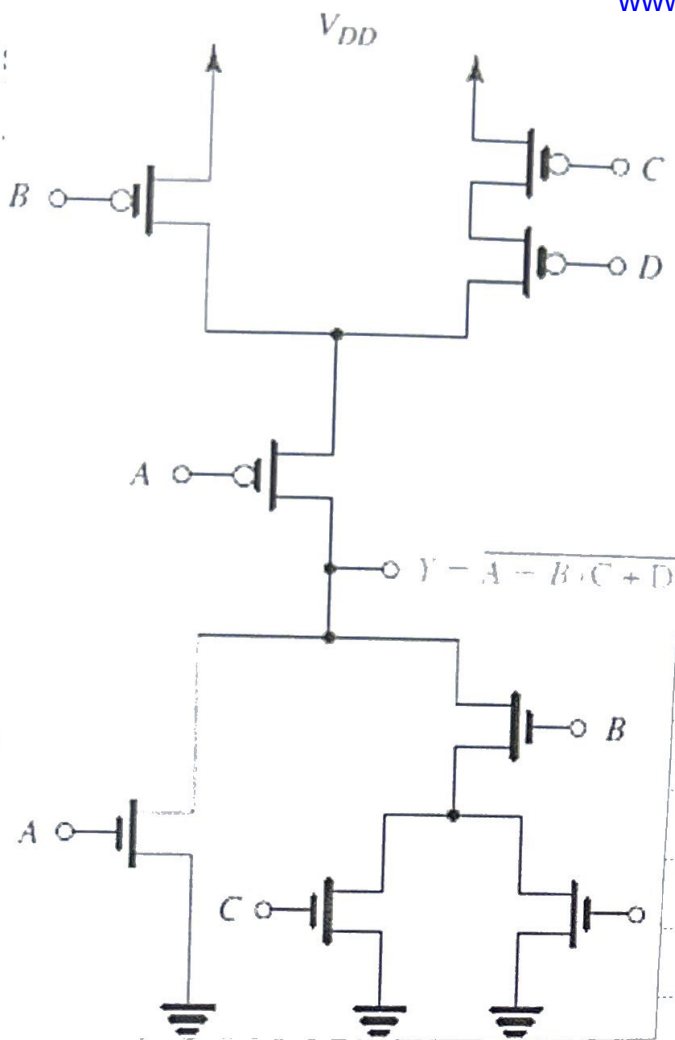
Subject
Date



A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

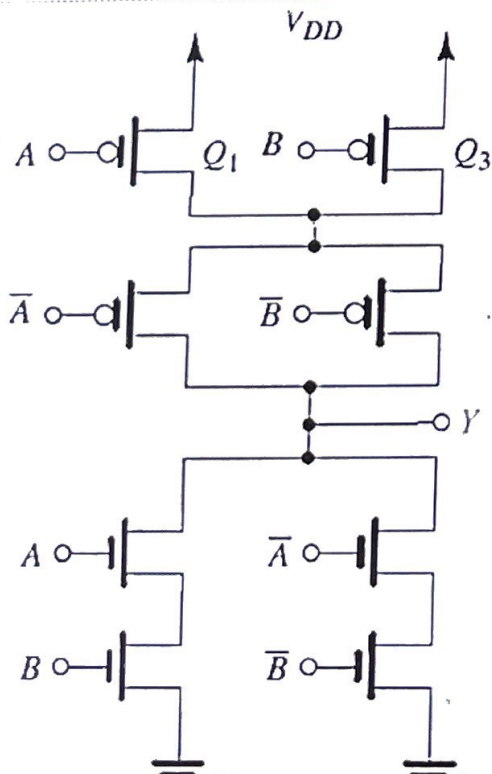


Eq. 10

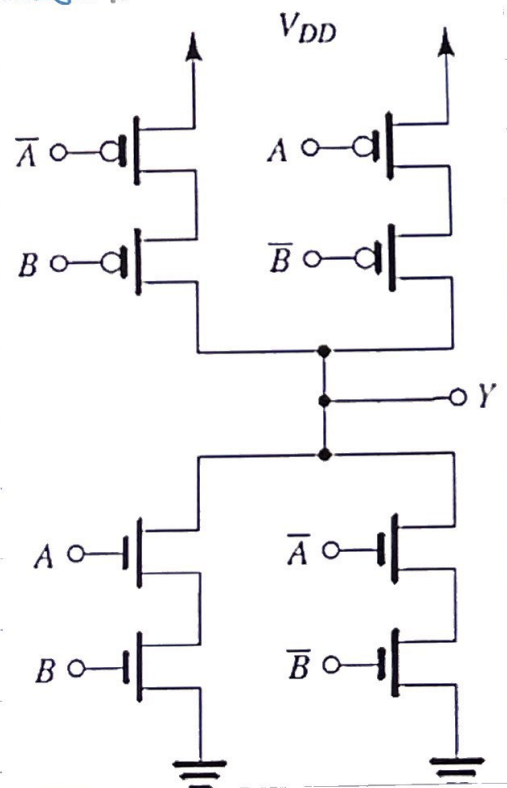


The Exclusive-OR Function

$$Y = AB + \bar{A}\bar{B} \quad \bar{Y} = (\bar{A} + \bar{B})(A + B) = AB + \bar{A}\bar{B}$$



PUN comes from Dual of PDN



PUN & PDN obtain Separately

جلسه ۲۱ و تعیین ابعاد ترانزیستورها، محاسبه ضریب عملکرد

توضیح: نیمه رسانای سوپر NMOS (pseudonmos)

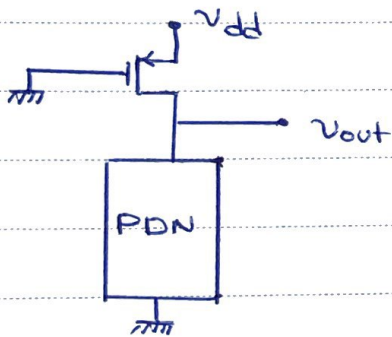
زمانیکه NMOS ابعادش بزرگ شود و مقادیرش در ترانزیستورها NMOS ضریب عملکردش استفاده می شود

این ترانزیستورها به شکل زیر هستند

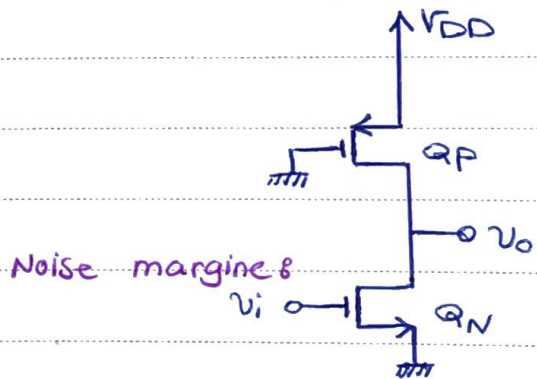
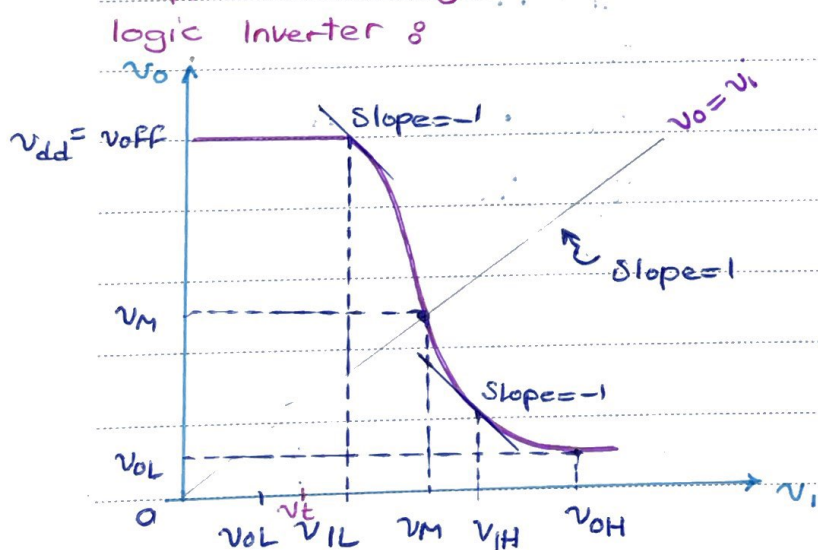
به این صورت که در ترانزیستور NMOS مقدار V_{out} در خروجی آن می دهد و V_{out} در خروجی سوپر

در ترانزیستور NMOS مقدار V_{out} در خروجی آن می دهد و V_{out} در خروجی سوپر

ترانزیستور NMOS مقدار V_{out} در خروجی آن می دهد و V_{out} در خروجی سوپر



Typical voltage transfer characteristic of a pseudo nmos logic inverter :



$$NMH = V_{OH} - V_{IH}$$

$$NML = V_{IL} - V_{OL}$$

$$V_M = V_{IL} = V_{OH}$$

$$V_{IN} = V_M \Rightarrow V_O = V_M$$

Subject

Date

$$v_i \text{ ورودی زیاد} \rightarrow Q_N: \text{on} \rightarrow v_o \approx 0$$

$$v_i \approx 0 \rightarrow Q_N: \text{off} \rightarrow v_o = v_{DD}$$

$$\text{if } v_i < v_t \rightarrow Q_N: \text{off} \rightarrow v_o = v_{DD}$$

Q_P : deep triode

$$v_i < v_{thN} \rightarrow Q_N: \text{on} \rightarrow \text{یک جریان خواهد داشت} \rightarrow v_o = v_{OL}$$

در نیمه ولت ترنسورس - درین برادش Q_P
 وضوح بشود به این اثر کم می‌کند
 تا جاییکه Q_N به deep triode می‌رود

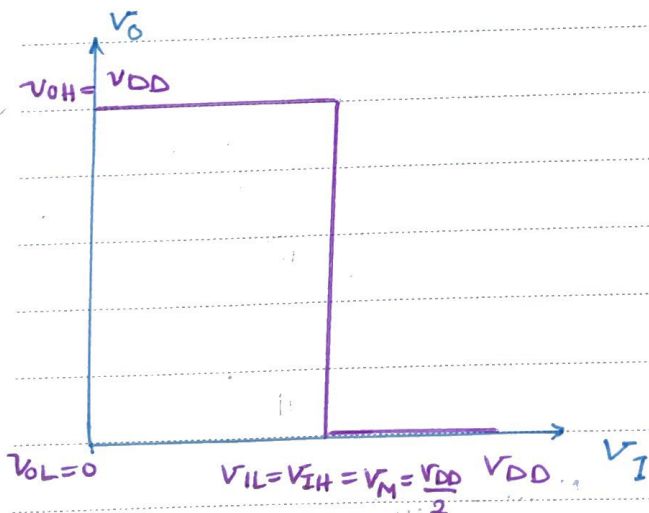
* ولت ترنسورس

threshold point

ولت ترنسورس به v_{th} گفته می‌شود به عنوان v_{th} به ورودی می‌دهیم ضریب v_{th} خواهد شد
 یا به عبارتی اگر $v_o = v_i$ را رسم کنیم منحنی مشخصه را در نقطه v_{th} قطع خواهد کرد.

* v_{IL} زمانی که ولت ترنسورس کم است ولت ترنسورس در حد پای خودش (v_{DD}) مکرر کار می‌کند v_i زیاد شود
 v_o بشود به کم نزدیک و از به جایی به دور رو می‌توانیم به عنوان v_{IL} تعریف کنیم
 جاییکه بیش از حد - می‌شود ولت ترنسورس که در آن تست می‌کنیم مشخصه - می‌شود v_{IL} نام دارد.

به تست می‌کنیم ولت ترنسورس

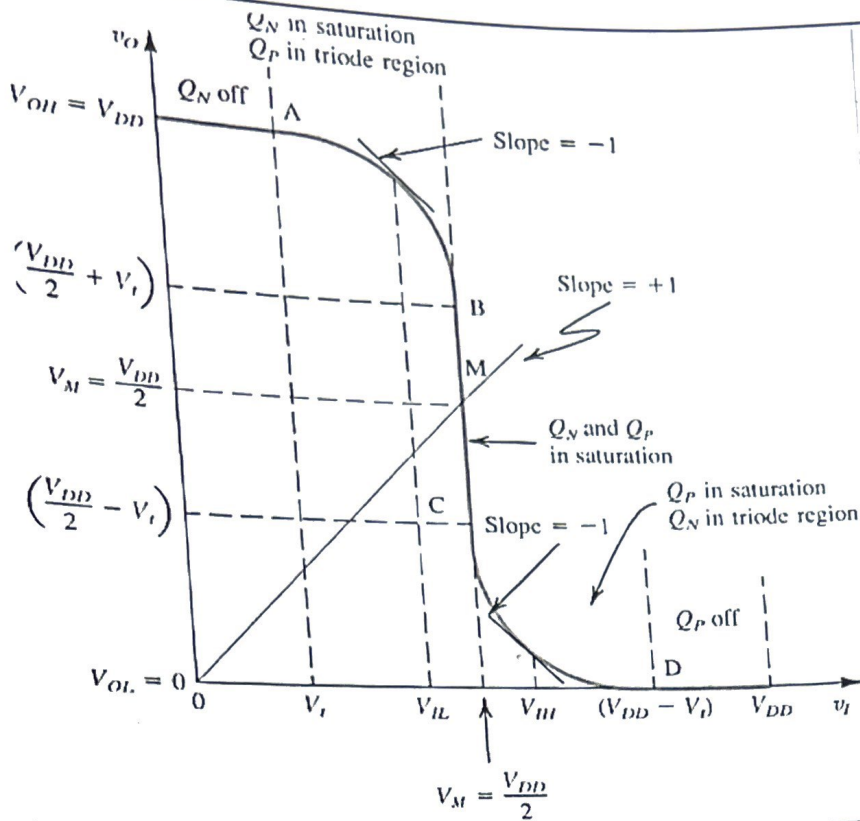


$$v_{oH} = v_{DD}$$

$$v_{oL} = 0$$

$$NMH = NML = \frac{v_{DD}}{2}$$

$$v_M = \frac{v_{DD}}{2}$$



جیسے کہ 8. not ✓

The voltage transfer characteristic of the CMOS inverter
 Q_N & Q_P are matched

$$V_M = \frac{V_{DD}}{2}$$

$$\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_N (V_{DD} - V_{thN})^2 =$$

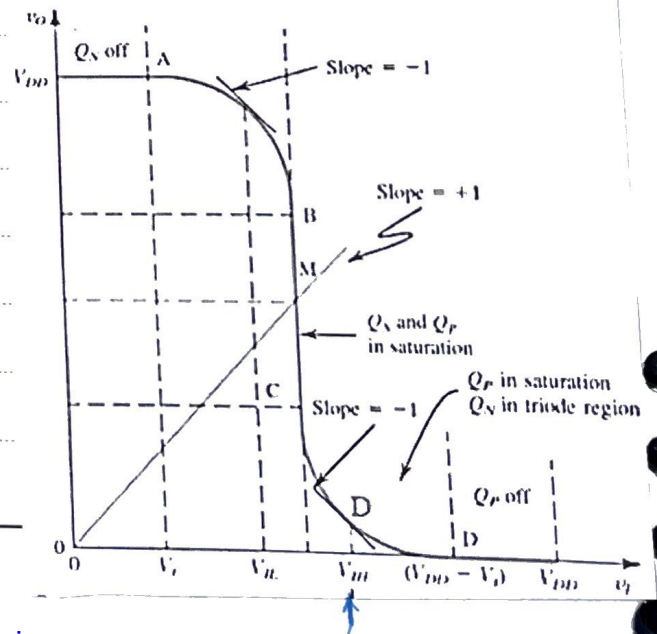
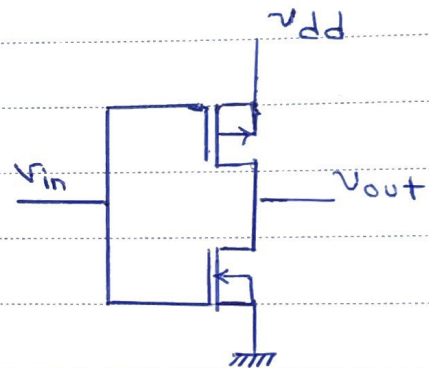
$$\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_P (V_{DD} - \frac{V_{DD}}{2} - |V_{thP}|)^2$$

if $V_{thN} = |V_{thP}|$

$$\frac{(\mu/L)_P}{(\mu/L)_N} = \frac{\mu_N}{\mu_P}$$

$$K_N = K_P$$

0.5



24PCO

Subject _____

Date _____

$$M_n \cos \alpha \times \frac{w}{L} \left[(v_I - v_{th}) v_o - \frac{v_o^2}{2} \right] = \frac{1}{2} M_p \cos \alpha \times \frac{w}{L} (v_{DD} - v_I - |v_{tp}|)^2$$

$$K_n \left\{ (v_i - v_t) v_o - \frac{1}{2} v_o^2 \right\} = \frac{1}{2} K_p (V_{DD} - v_i - V_t)^2 \quad \frac{dv_o}{dv_i} = -1$$

$$v_o + (v_i - v_t) \frac{dv_o}{dv_i} - v_o \frac{dv_o}{dv_i} = (V_{DD} - v_i - V_t)(-1)$$

$$(v_i - v_t) \frac{dv_o}{dv_i} + v_o - v_o \frac{dv_o}{dv_i} = -(V_{DD} - v_i - V_t)$$

$$v_i = V_{IH} \text{ \& } \frac{dv_o}{dv_i} = -1 \Rightarrow -V_{IH} + V_t + V_o + V_o = -V_{DD} + V_{IH} + V_t$$

$$v_o = V_{IH} - \frac{V_{DD}}{2} \text{ ; } v_i = V_{IH} \text{ \& for } v_o \text{ in first Equation s}$$

$$V_{IH} = \frac{1}{8} (5V_{DD} - 2V_t) \text{ ;}$$

$$NM_H = V_{OH} - V_{IH} = V_{DD} - \frac{1}{8} (5V_{DD} - 2V_t) = \frac{1}{8} (3V_{DD} + 2V_t)$$

$$V_{IL} = \frac{1}{8} (3V_{DD} + 2V_t)$$

$$NM_L = V_{IL} - V_{OL} = \frac{1}{8} (3V_{DD} + 2V_t) - 0 = \frac{1}{8} (3V_{DD} + 2V_t)$$

Propagation delay :

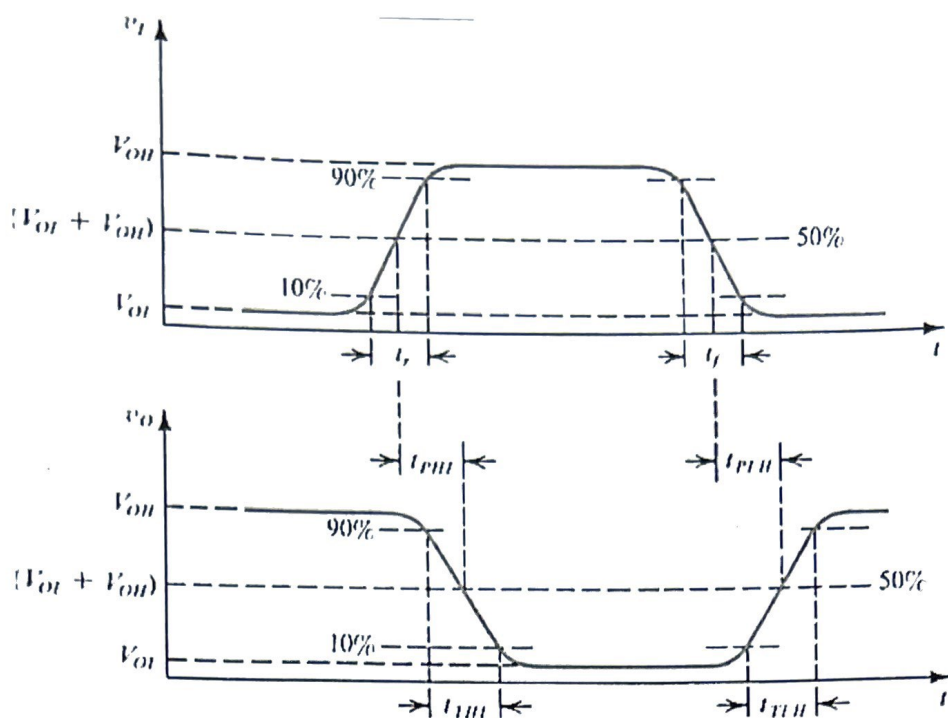
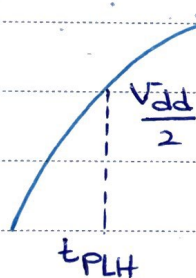
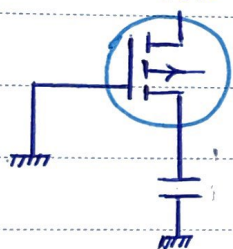


Figure 14.29 Definitions of propagation delays and transition times of the logic inverter.

فرض کنید در یک آی آر ای که output not می دهد به خروجی بار یک load capacitance و Falltime و risetime حساب و دستا در خروجی not آن را می بینیم اما با گذشت زمان حال این تغییر می دهد و به دلیل این که output 50% خروجی می باشد - اختلاف این دو زمان t_{PHL} یعنی propagation delay low ~ high



$$R_p = \frac{1}{\mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)_p (V_{dd} - |V_{thp}|)}$$

$$v_o = V_{dd} (1 - e^{-t/RC}) = \frac{V_{dd}}{2}$$

$$t_{PLH} = RC \ln 2$$

$$R_n = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)_n (V_{dd} - V_{thn})}$$

$$t_{PLH} = 0.69 R_p C$$

$$t_{PHL} = 0.69 R_n C$$

حال در صورتی که آی آر ای در حالت steady state باشد و در خروجی بار یک load capacitance و در خروجی not آن را می بینیم اما با گذشت زمان حال این تغییر می دهد و به دلیل این که output 50% خروجی می باشد - اختلاف این دو زمان t_{PHL} یعنی propagation delay low ~ high

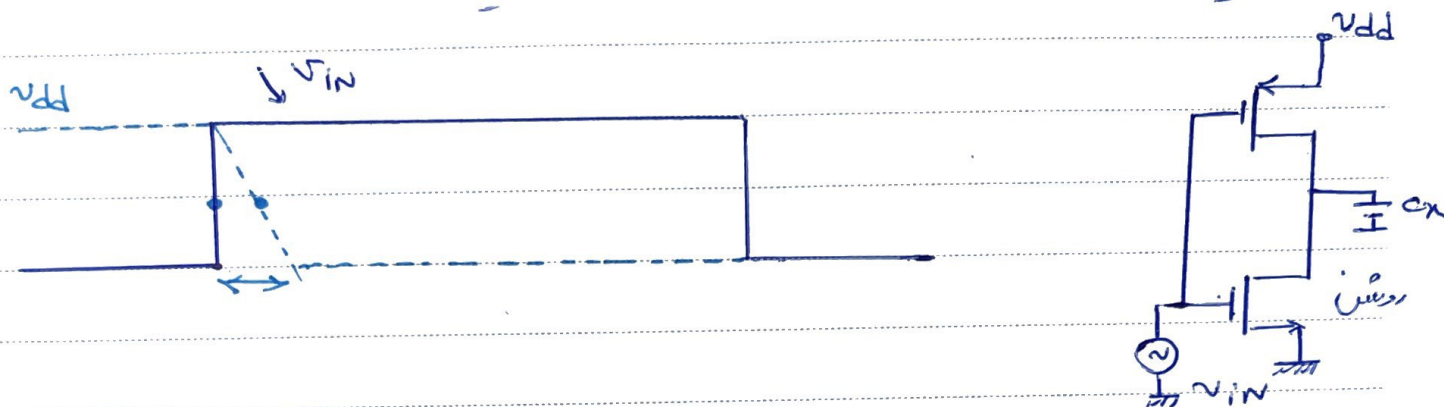
توضیح بیشتر در صفحه بعد

چون این محاسبات پیچیده بودند ما یک روش تقریبی را در نظر می گیریم و معادله ها را ساده می کنیم تا آنجا که می توانیم

در این صورت می بینیم زمانی که ورودی v_{in} high می رود ترانزیستور NMOS: on و PMOS: off می شود

مخازن دارنده ولتاژ در این لحظه است و با جریان زیادی که از آن می گذرد در ولتاژ خود کمی افت می کند

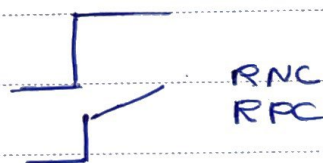
ما یک مقدار R_n را می بینیم که می دهد این بدترین حالت است



$$R_n = \frac{1}{\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)_n (V_{DD} - V_{th})}$$

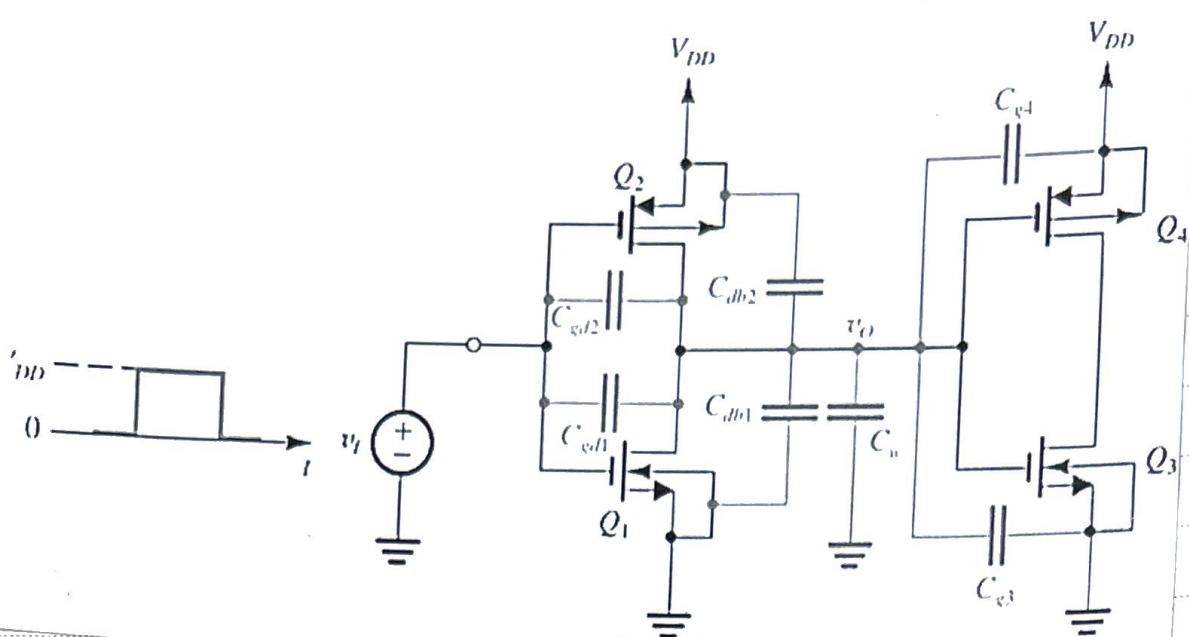
حالتی که در آن خروجی در ولتاژ V_{DD} می ماند

$$v_o = V_{DD} - \frac{t_X}{R_n C_X} = \frac{V_{DD}}{2}$$



Subject

Date



Propagation delay: $t_p = \frac{1}{2}(t_{PLH} + t_{PHL})$; $f_{max} = \frac{1}{2t_p}$

$$C_x = 2C_{gd1} + 2C_{gd2} + C_{db1} + C_{db2} + C_w + C_{gs3} + C_{gs4}$$

خوش C_{gd4} Propagation delay C_{gd4} در خروجی در زمان خروجی تغییر می کند و این تغییر در خروجی است

$$C_{gs3} + C_{gs4} = (WL_3) C_{ox} + (WL_4) C_{ox} + C_{gsou3} + C_{gsou4} + C_{gsou4}$$

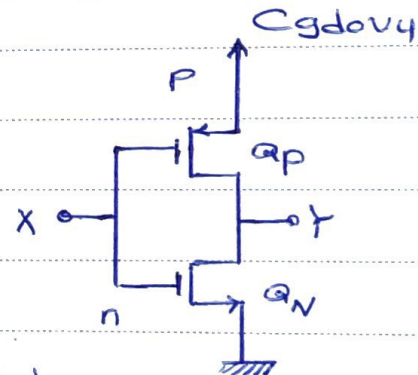
$$p = \frac{Wp}{Lp}, n = \frac{Wn}{Ln}$$

Normally $Lp = Ln = L_{min}$

$$p = \frac{Mn}{MP} n \text{ For Matched Design}$$

$$p = 2n \left(\frac{\text{area}}{\text{area}} \right) \text{ (میزان تغییرات در خروجی)}$$

$$p = n \text{ min area } n = 1 \sim 1.5 \text{ (typically)}$$



Subject

Date

نات not خرممان / مسخف / ریم حال موخو لیم نیم لیا / زیر اخلونه / فطر من لیم

وقته فقط / از ترستور / ریم نیم

$$(R_{Pdn})_{\max} = R_N$$

حالت

در اینها $A, B, C = 0$

$$D = 1 \Rightarrow \underline{MLR} = R_N$$

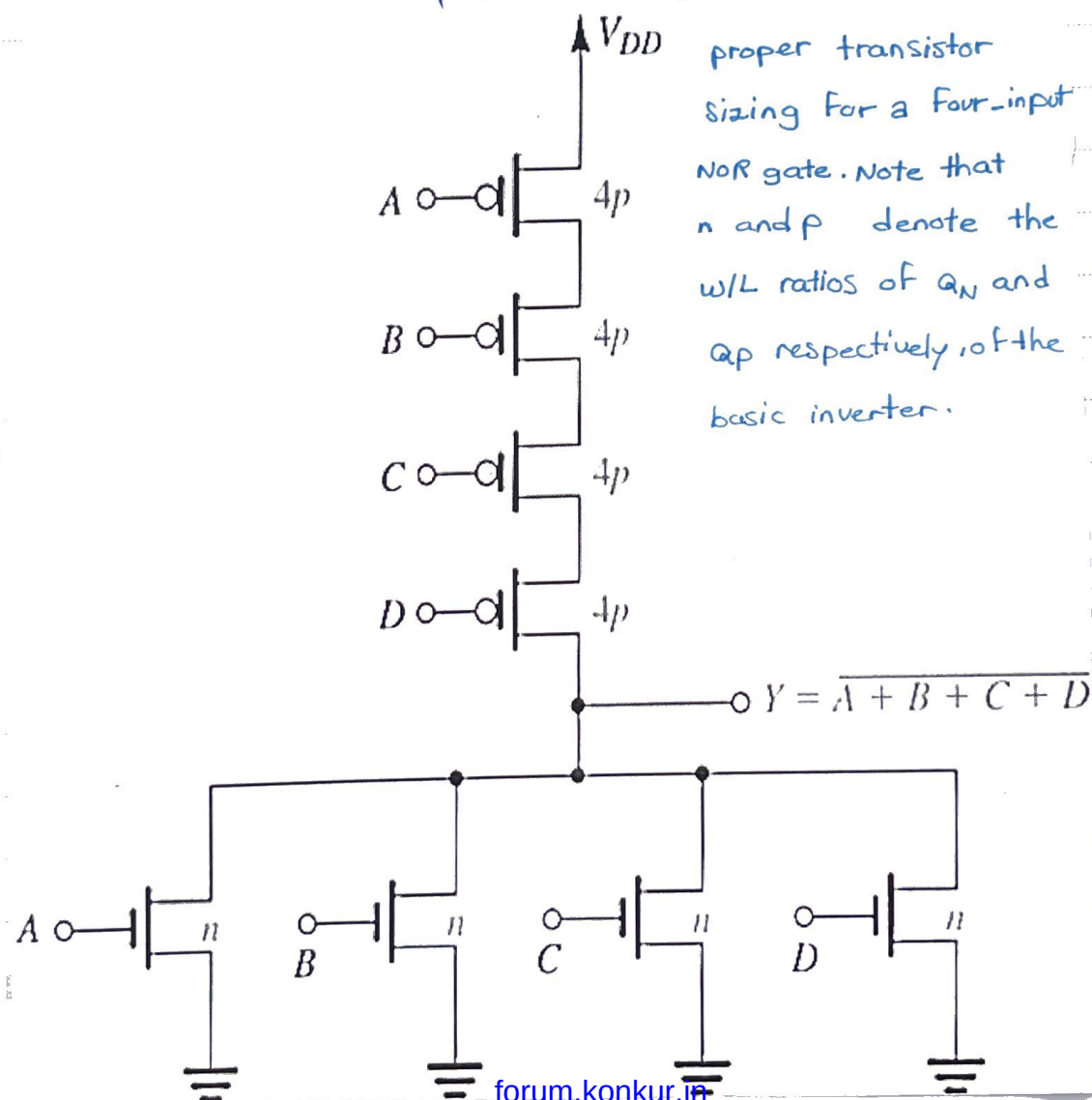
در اینها

$$(R_{pnn})_{\max} = R_p$$

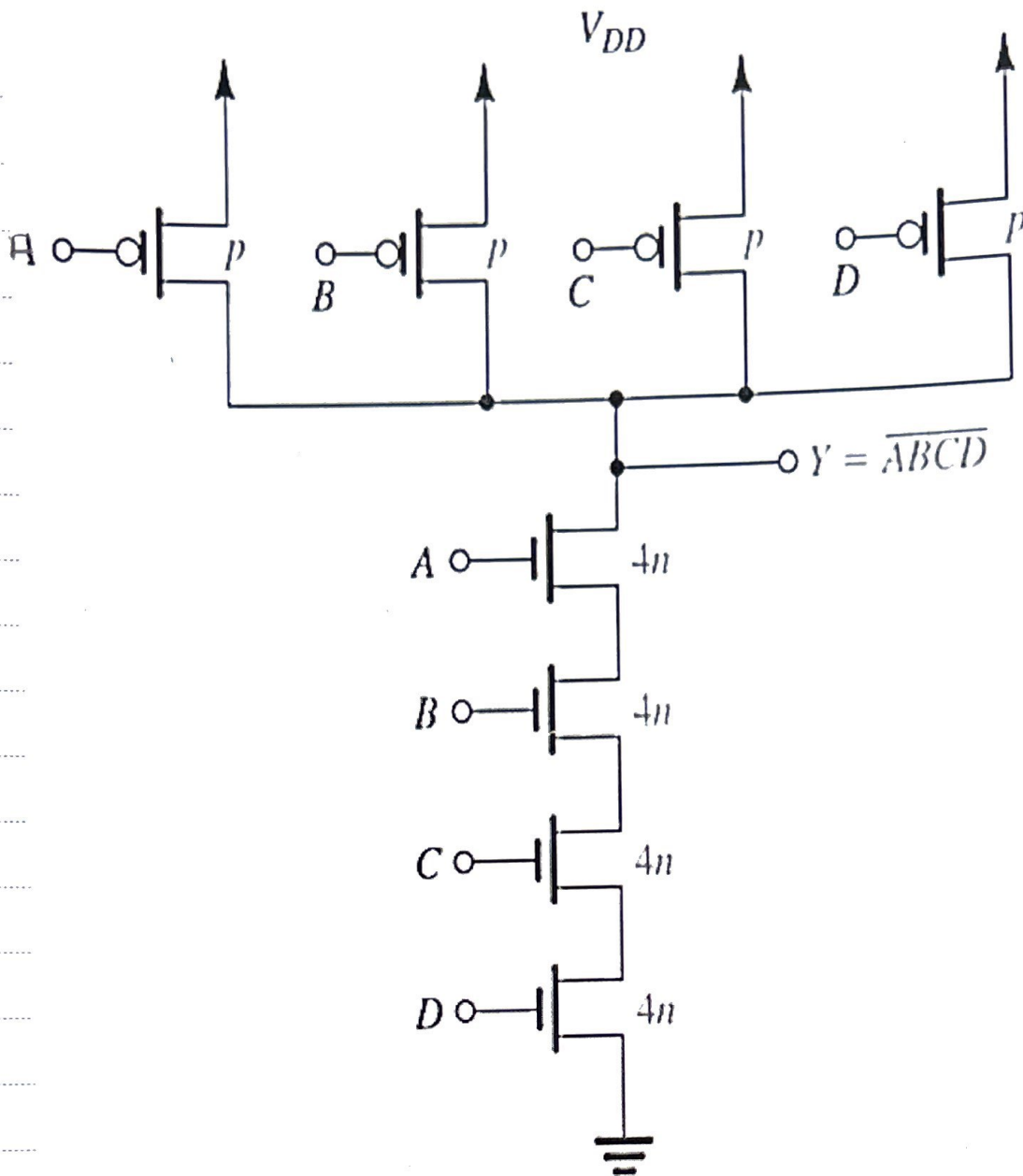
$\Rightarrow$ $\underline{K} \frac{R_p}{4}$ / مسخف / ریم / موخو / لیم / نیم / لیا / زیر / اخلونه / فطر / من / لیم

به ایناز / لیم / نیم / نات / R_p / بدجدر / س / مجبور / ام

اینها / $4R_p$ / لیم / نیم



Subject _____
Date _____



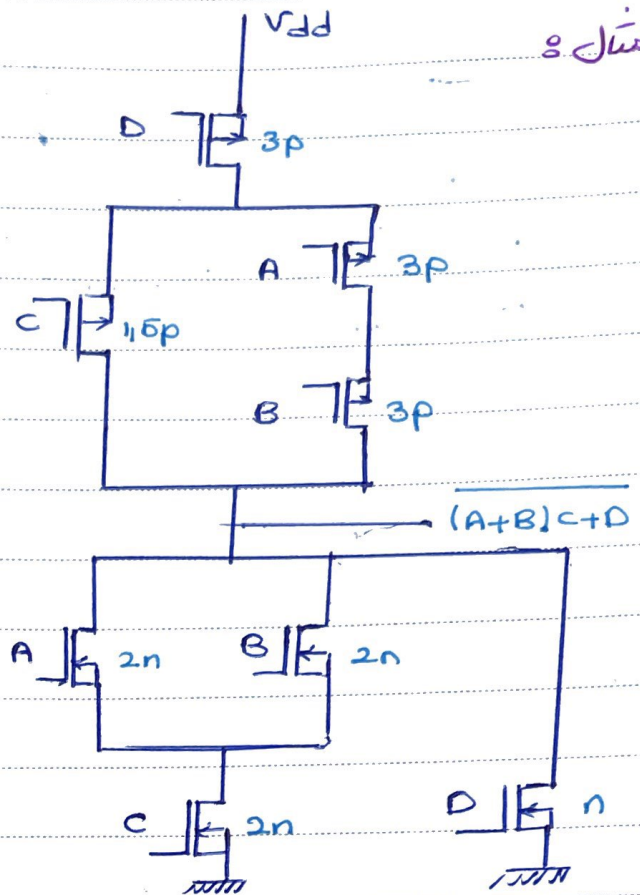
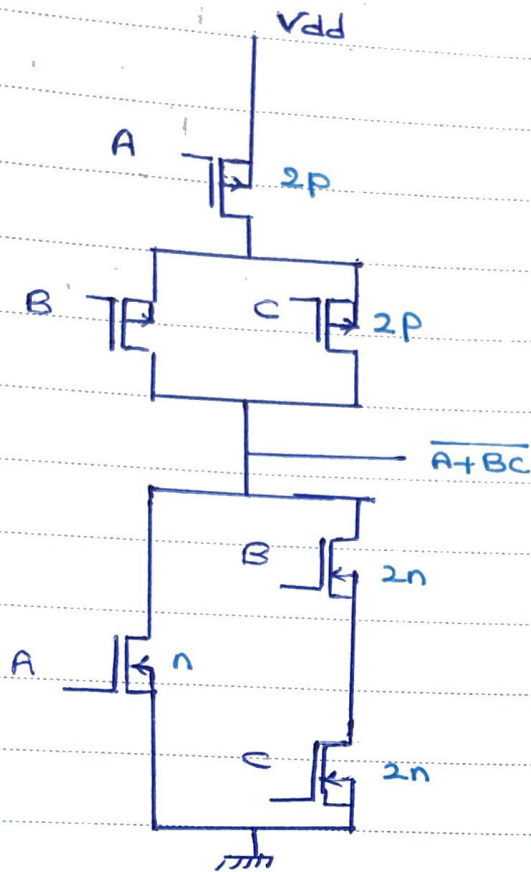
Proper transistor sizing for a 4-input NAND gate

Note that n and p denote the w/L ratios of Q_N & Q_P respectively, of the basic inverter.

جلسه ۲۲: توان مصرفی، تاخیر سیگنال (CMOS)

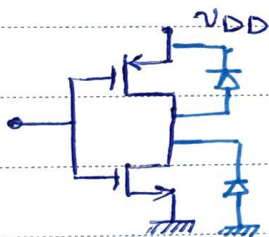
استاندارد: ۱۴.۴۴ و ۱۴.۴۵

مثال ۸

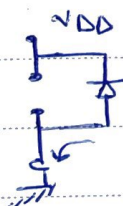


توان تلفاتی

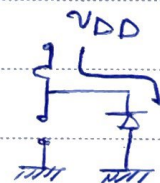
۲ مدل توان تلفاتی داریم: Static و Dynamic. توان استاتیکی به این صورت است که زمانی که در حالت استاتیک هستیم، آن است که مصرف می‌کند. مصرف می‌کند و اگر در حالت پویا هستیم، آن مصرف می‌کند. مصرف می‌کند و اگر در حالت پویا هستیم، آن مصرف می‌کند.



$v_i = \text{high}$



$v_i = \text{low}$



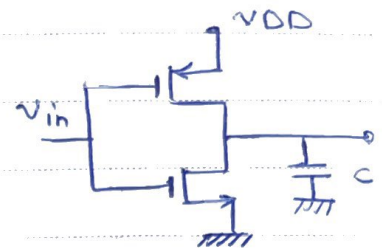
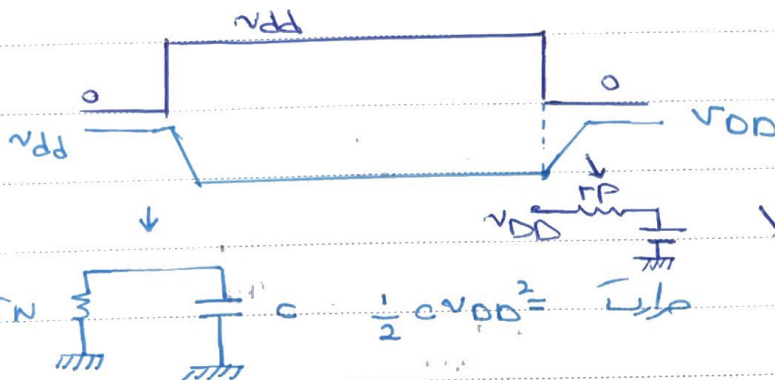
در این حالت، جریان عبور از خروجی داریم که به آن توان استاتیکی می‌گویند.

Subject

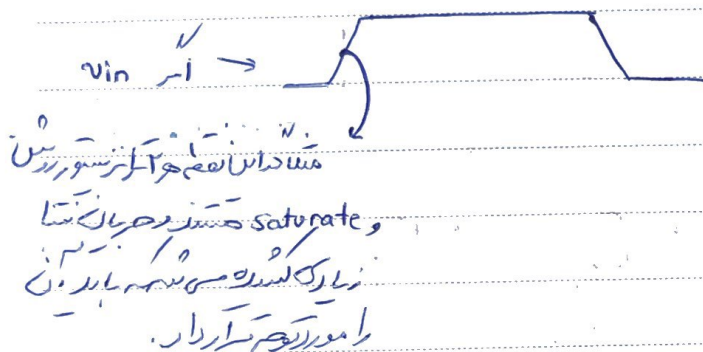
Date

فونموسنمدر v_{in} بالاسواریدل پبل

$$P_D = T_C V_{DD}$$



$$\frac{1}{2} C V_{DD}^2 + \frac{1}{2} C V_{DD}^2$$



$$P_{DD}(t) = V_{DD} i_D(t)$$

$$E_{DD} = \int_0^{T_C} V_{DD} i_D(t) dt = V_{DD} \int_0^{T_C} i_D(t) dt = V_{DD} Q, \quad Q = C V_{DD} \Rightarrow E_{DD} = C V_{DD}^2$$

$$E_{\text{stored}} = \frac{1}{2} C V_{DD}^2$$

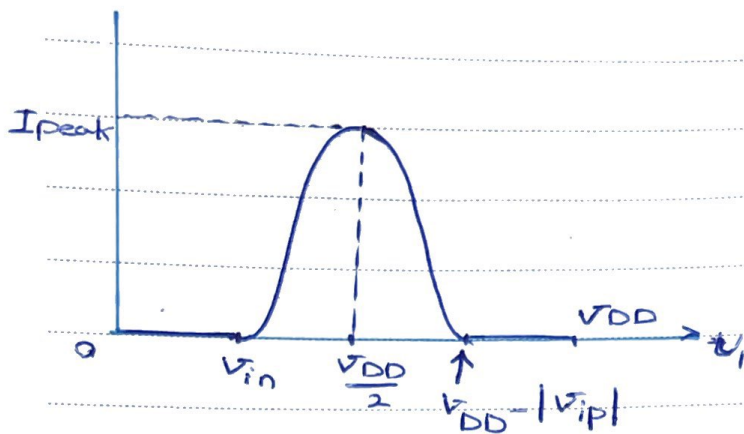
درون
دوایر پبل

$$E_{\text{dissipated}} = E_{DD} - E_{\text{stored}} = \frac{1}{2} C V_{DD}^2$$

$$E_{\text{dissipated/cycle}} = C V_{DD}^2 \rightarrow \text{کوان پبل} \quad P_{\text{dyn}} = f C V_{DD}^2$$

Subject

Date



The current in the CMOS inverter versus the input voltage

CMOS Digital logic circuits

$$V_M = V_{DD}/2$$

$$I_{peak} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right)_n \left(\frac{V_{DD}}{2} - V_{in} \right)^2$$

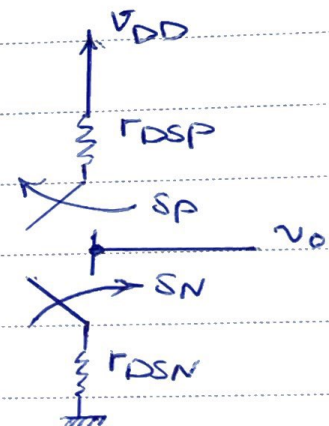
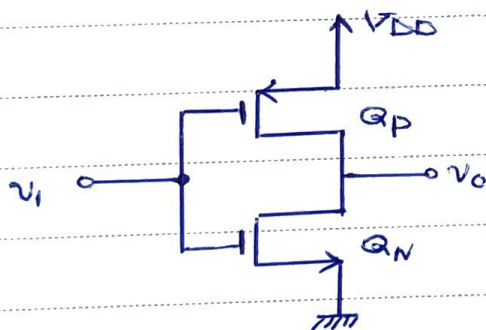
Inverter output Resistance ~ CMOS logic Inverter

When v_o is low (current sinking):

$$r_{DSN} = 1 / \left[K'_n \left(\frac{W}{L} \right)_n (V_{DD} - V_{in}) \right]$$

when v_o is high (current sourcing):

$$r_{DSP} = 1 / \left[K'_p \left(\frac{W}{L} \right)_p (V_{DD} - |V_{tp}|) \right]$$



Subject

Date

Inverter VTC and noise Margins :

$$V_M = \frac{r(V_{DD} - |V_{tp}|) + V_{tn}}{1+r} \quad \text{where} \quad r = \sqrt{\frac{K'_p (W/L)_p}{K'_n (W/L)_n}}$$

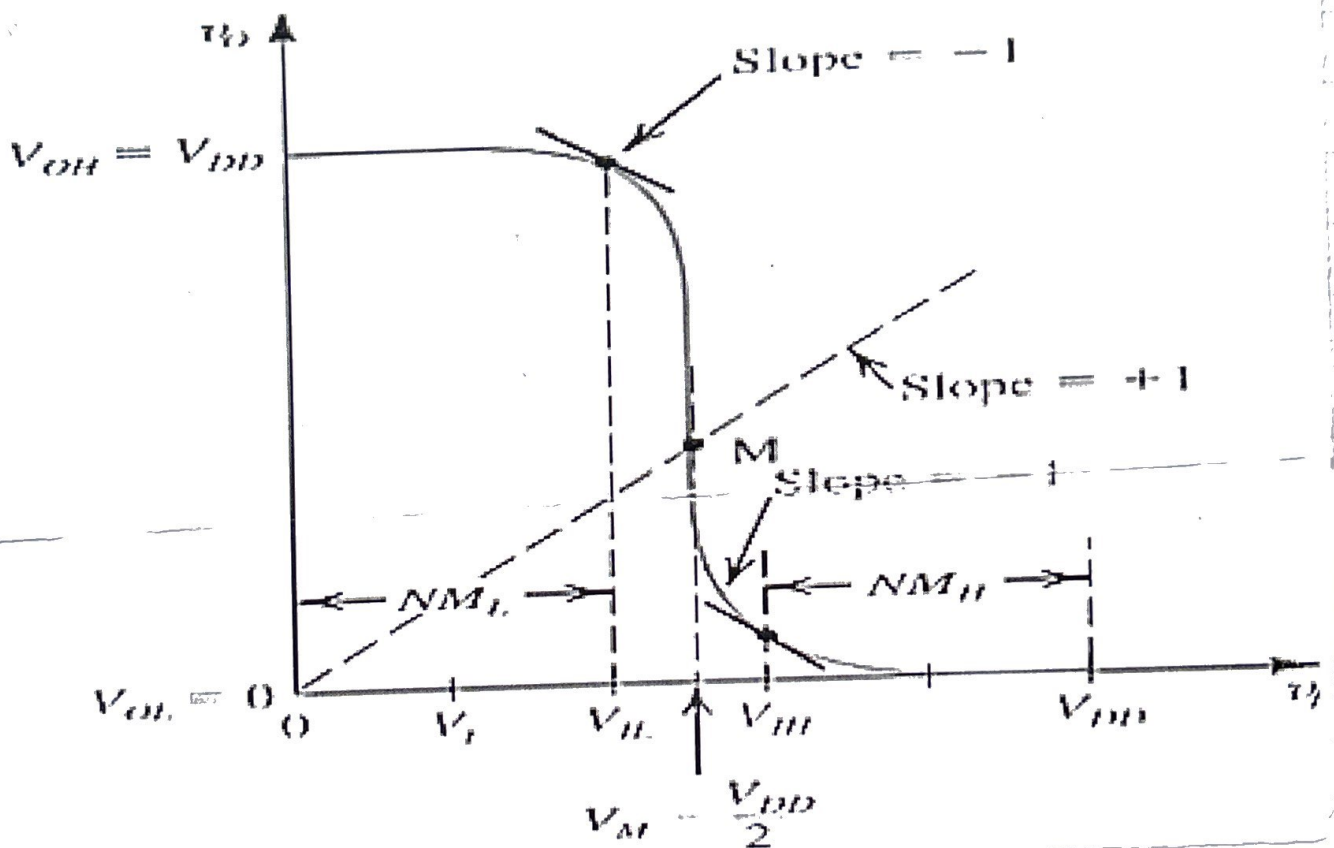
برای نویز
مargins

$$K'_n (W/L)_n = K'_p (W/L)_p \quad \& \quad V_{tn} = -V_{tp} = V_t$$

$$r=1, \quad V_M = V_{DD}/2, \quad V_{IL} = \frac{1}{8}(3V_{DD} + 2V_t)$$

$$V_{IH} = \frac{1}{8}(5V_{DD} - 2V_t)$$

$$NM_H = NM_L = \frac{1}{8}(3V_{DD} + 2V_t)$$



Subject

Date

Propagation Delay

Using average currents:

$$t_{PHL} = \frac{\alpha_n C}{K_n'(W/L)_n V_{DD}} \quad \text{where } \alpha_n = \frac{2}{\left[7/4 - \frac{3V_{in}}{V_{DD}} + \left(\frac{V_{in}}{V_{DD}}\right)^2\right]}$$

$$t_{PLH} = \frac{\alpha_p C}{K_p'(W/L)_p V_{DD}} \quad \text{where } \alpha_p = \frac{2}{\left[7/4 - \frac{3|V_{tp}|}{V_{DD}} + \left(\frac{|V_{tp}|}{V_{DD}}\right)^2\right]}$$

Using equivalent resistances

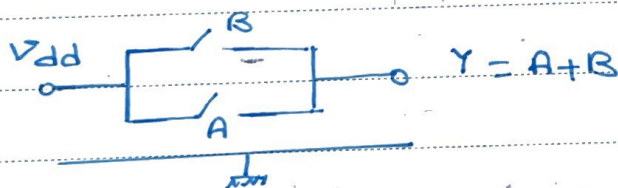
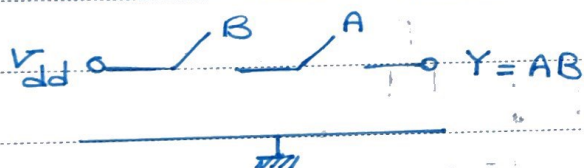
$$t_{PHL} = 0.69 R_{NC} \quad \text{where } R_N = \frac{12.5}{(W/L)_n} k\Omega$$

$$t_{PLH} = 0.69 R_{PC} \quad \text{where } R_P = \frac{30}{(W/L)_p} k\Omega$$

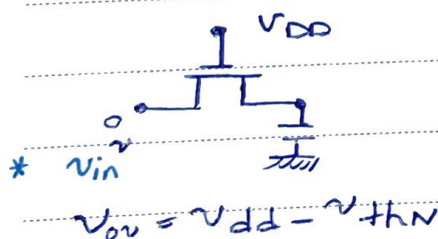
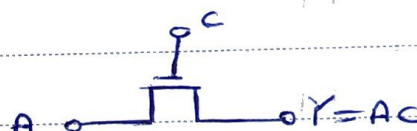
For a ramp-input signal, $t_{PHL} \approx R_{NC}$ & $t_{PLH} \approx R_{PC}$

Pass transistor logic (PTL)

Basic Idea:



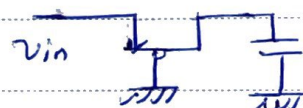
Single nmos switch:



$$V_{ov} = V_{DD} - V_{thn}$$

$$I_{DN} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{DD} - V_{thn})^2$$

نموس ترانزیستور



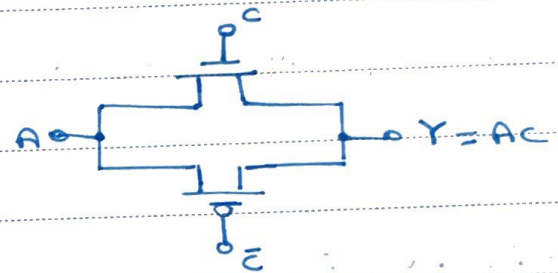
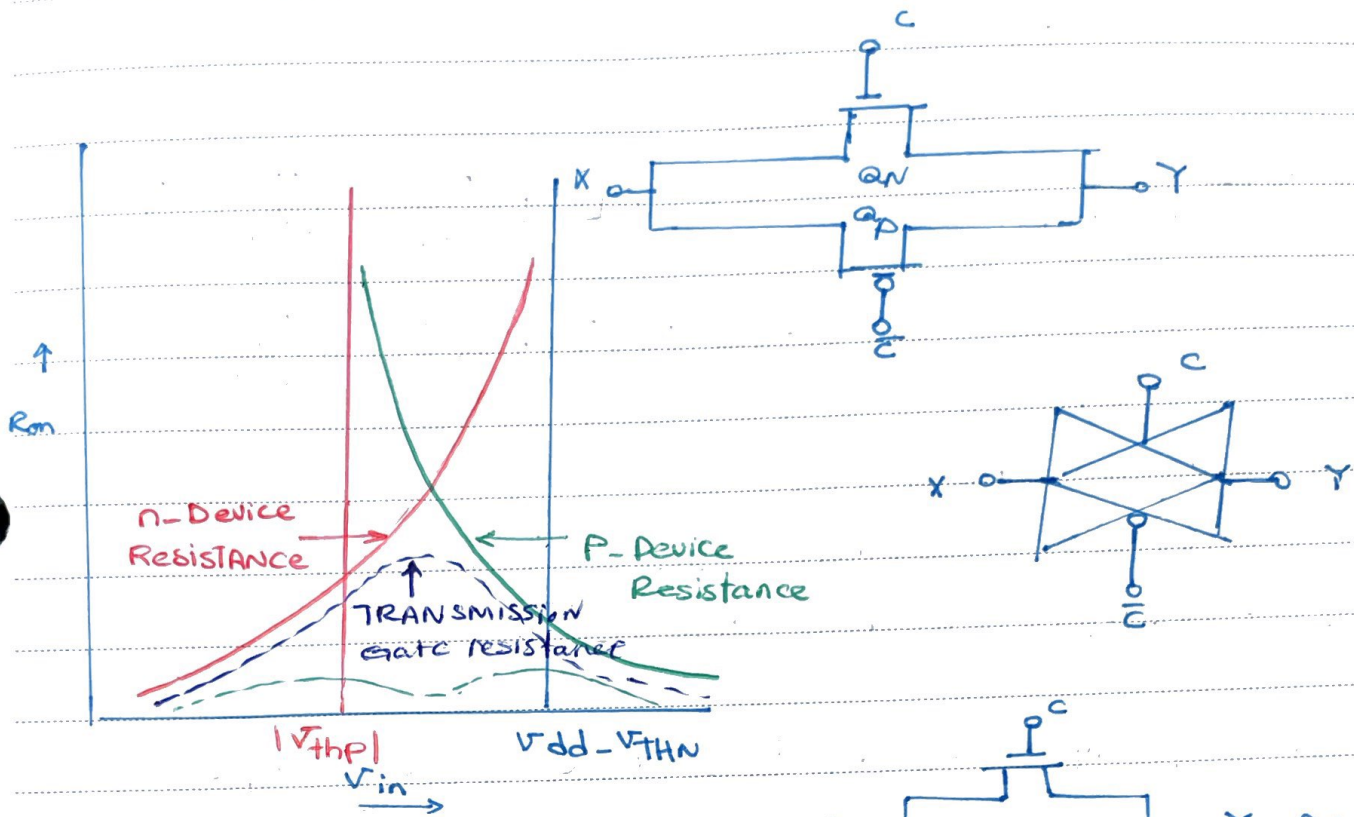
$$I_{DP} = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \frac{W}{L} (V_{DD} - |V_{thp}|)^2$$

PAPCO

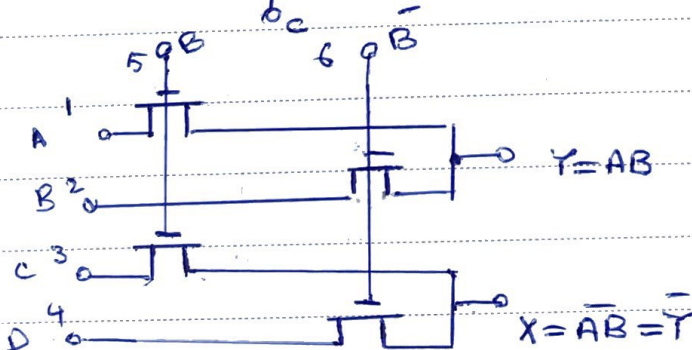
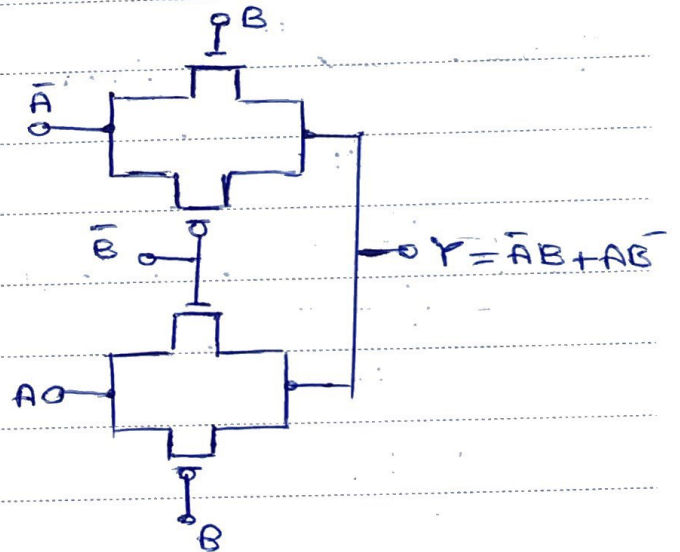
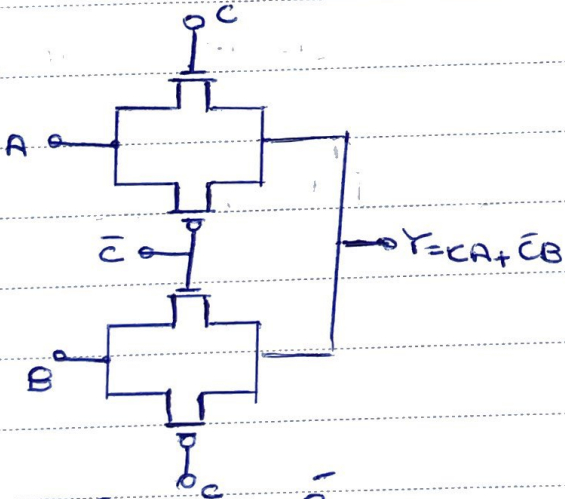
$$I_{DN} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{DD} - V_{thn} - V_{in})^2$$

Subject
Date

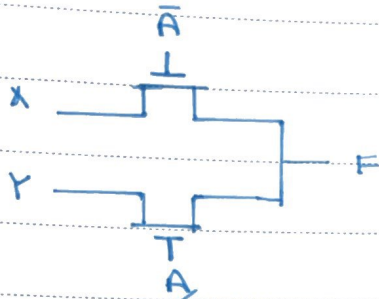
Transmission Gate :



Ex:



Pass-Transistor logic

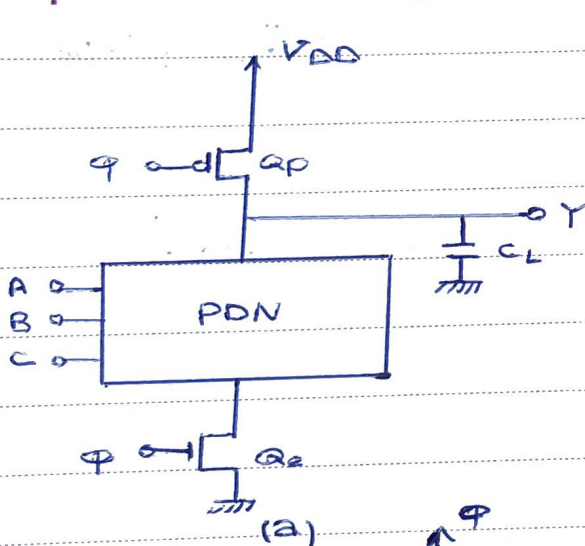


آپو لوژی عبوسا فاسس ٹرانسزور

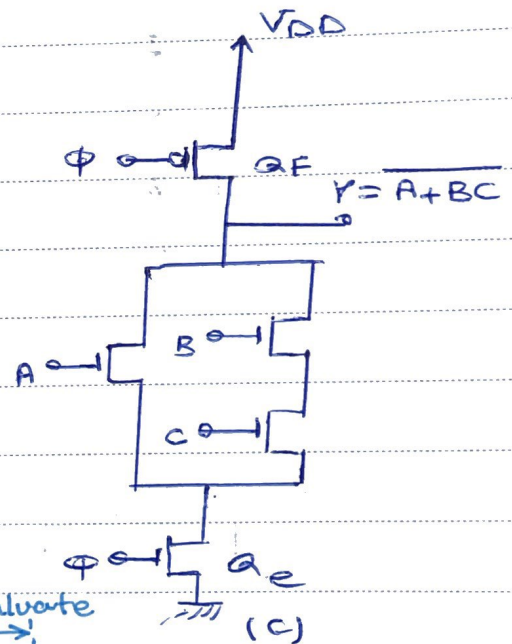
Pass-transistor

X	Y	F
0	0	0
0	1	A
1	0	A-bar
1	1	1
0	B	AB
0	B-bar	A B-bar
1	B	A-bar B
1	B-bar	A-bar B-bar
B	0	A B
B	1	A B-bar
B	0	A+B
B	1	A B-bar
B	B-bar	B-bar
B	B	A B
B	B-bar	A B
B	B	B

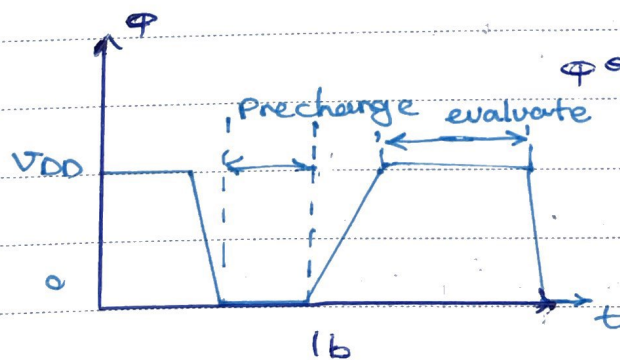
Dynamic CMOS logic



(a)



(c)

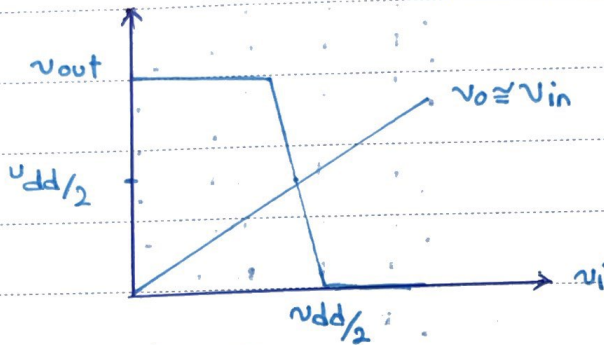
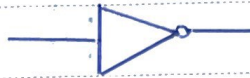


1b

کاربرد لایه های استنادی در ساخت بولت و دیپ اتورها

درست است

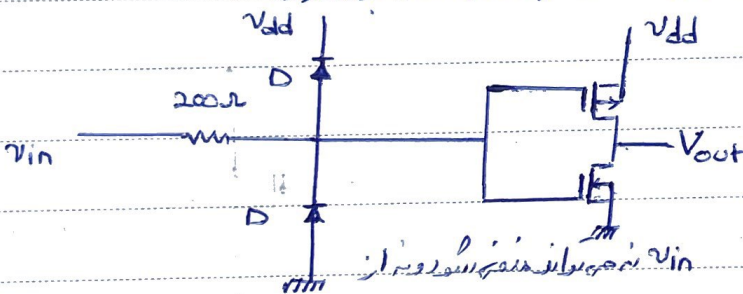
نویسند not انتگرال



انتگرال نویسند vdd در نظر می گیریم
۲. نویسند انتگرال نویسند و انتگرال نویسند

نویسند ۲: لایه های استنادی در ساخت بولت و دیپ اتورها

ساده ترین مدار حافظه

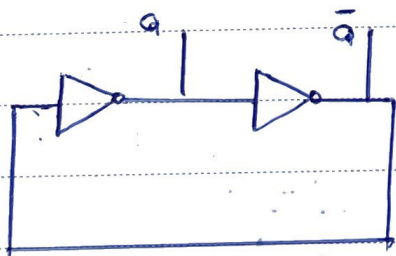


vin نویسند انتگرال نویسند

vin نویسند انتگرال نویسند

vdd نویسند

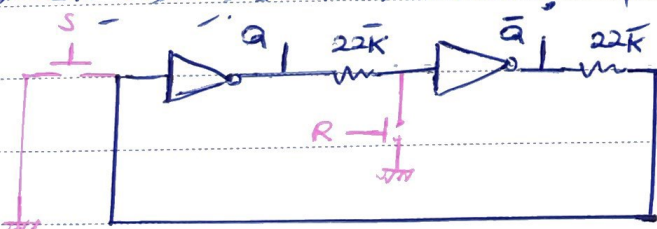
نویسند انتگرال نویسند not



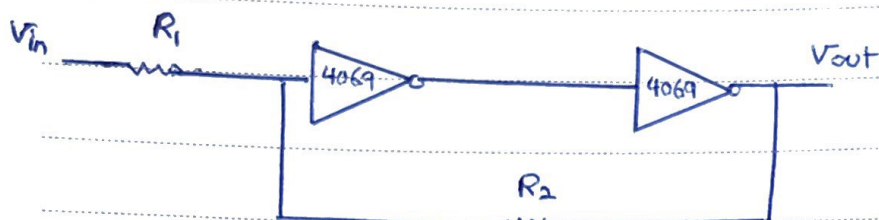
میدیک + دارم

نویسند انتگرال نویسند not

برای عملیات سترن، ۲ تا مقادیر متناوب و در دسترس می باشد
و این می توانیم set, Reset را بنویسیم

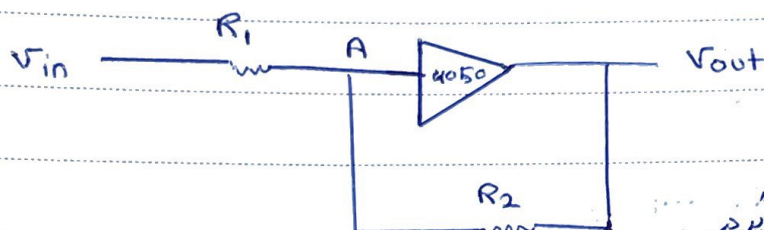


اسمیت ترانزیستور



خوب است در مدار را می بیند

می توان از دو تا است not استفاده کرد مانند
تصویر اول یا از یک بافر مانند یا یکی استفاده کرد



فرض می کنیم تقسیم کننده ولتاژ را روی $V_{dd}/2$ باشد یعنی اگر

نقطه x ولتاژ ورودی از این مقدار بیشتر باشد خروجی صفر و اگر کمتر باشد خروجی 1 می شود

$$V_{OH} = V_{dd}$$

$$V_{OL} = 0$$

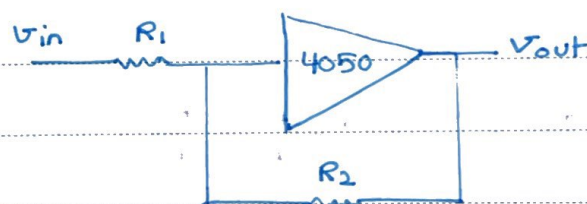
فرض است $V_{out} = 0$ باشد هم V_{in} را افزایش دهیم ولتاژ نقطه A هم بیشتر می شود اگر ولتاژ نقطه A

به حوالی $\frac{V_{dd}}{2}$ برسد تقسیم کننده را می دهیم

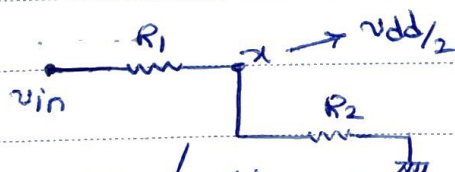
$$V_A = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow U_{TP} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{dd}}{2}$$

$$U_{TP} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \frac{V_{dd}}{2} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \frac{V_{dd}}{2}$$

$$\Rightarrow U_{TP} = \left(1 + \frac{1}{2}\right) \frac{10}{2} = 7.5V$$



$$R_1 = 10K, R_2 = 20K, V_{dd} = 10V$$



بفرض این نبودم
خروجی زمین باشد

مخرج هم باشد به ازای چه مقدار V_{in} ولتاژ نقطه x می شود $\frac{V_{dd}}{2}$ به این مقدار U_{TP} می باشد

حال فرض می‌کنیم که خروجی به اشتباه مساوی V_{dd} شده و ولتاژ تقوای A را می‌سنجیم

خودش را در V_{dd} قرار می‌دهیم و از آنجا که V_{in} را به این مدار یک ولتاژ تقوای A می‌دهیم

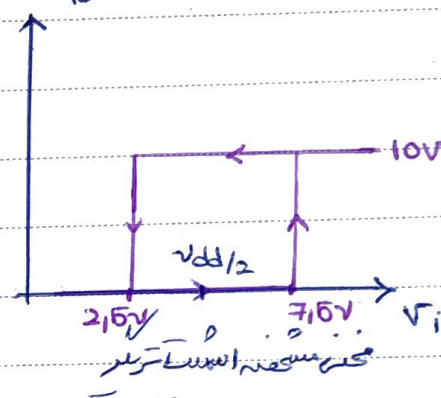
از $\frac{V_{dd}}{2}$ می‌توانیم این مدار را در نظر می‌گیریم



$$V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{dd} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = V_A \quad \text{where } V_{in} = LTP \quad \text{and } \frac{V_{dd}}{2} = V_D$$

if $V_{out} = V_{dd}$; $V_{dd} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_A$

$$V_{dd} \frac{R_1}{R_1 + R_2} + LTP \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{V_{dd}}{2}$$



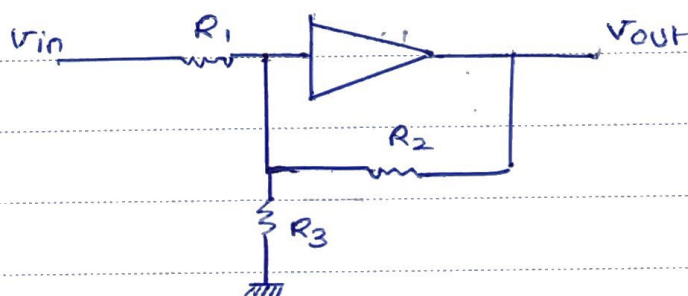
$$LTP + \frac{R_1}{R_2} V_{dd} = \frac{V_{dd}}{2} \frac{R_1 + R_2}{R_2} \Rightarrow$$

$$LTP = \frac{V_{dd}}{2} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \right) = \frac{10}{2} \left(1 - \frac{1}{2} \right) = 2.5V$$

در شکل زیر R_3 اضافه کردیم

$$UTP = \frac{V_{dd}}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

$$LTP = \frac{V_{dd}}{2} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} - \frac{R_1}{R_2} \right)$$



منواساتیل و

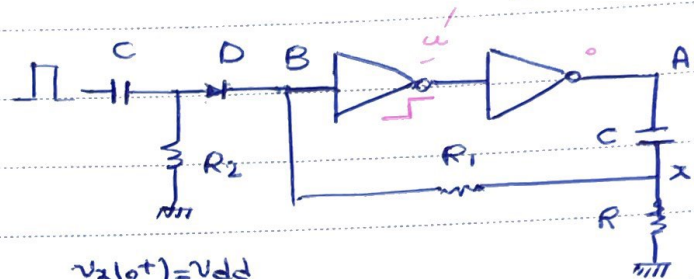
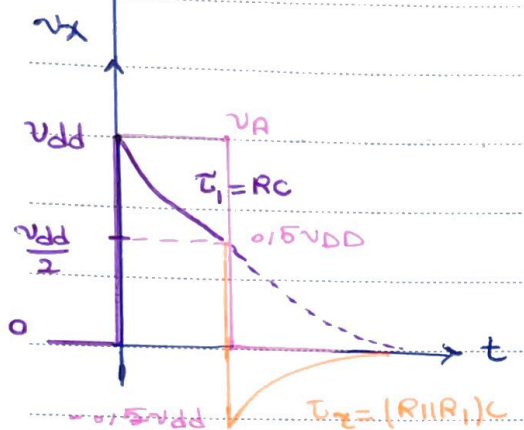
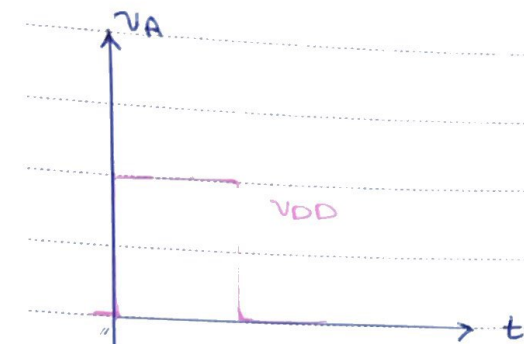
من خواهم ببینم اگر این مدار را در به حال خود در حالت
بهم وصله در مدار در حالت پایدار

خازن که اتصال باز می‌سازد و ولتاژ نقطه‌ای x صفر می‌شود

خروجی not اول $!$ و خروجی not دوم صفر خواهد

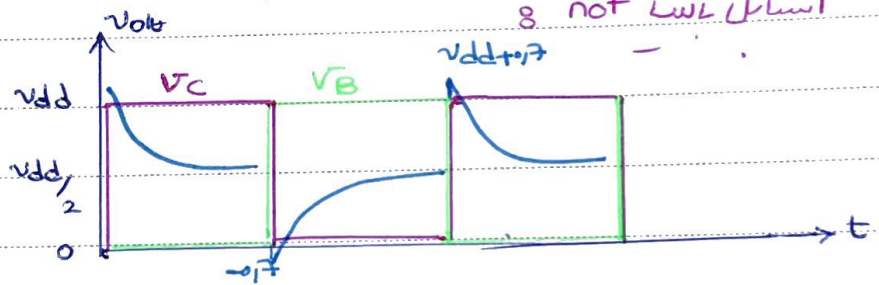
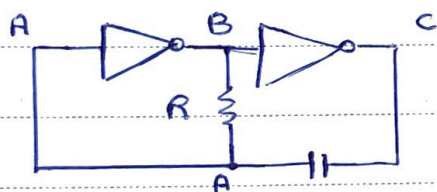
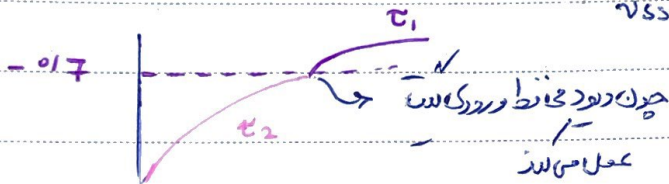
شد پس ولتاژی که x است خازن خواهم داشت

حال در ترانزیستور داریم



$$v_x(0^+) = V_{DD}$$

$$V_{SS} = 0$$

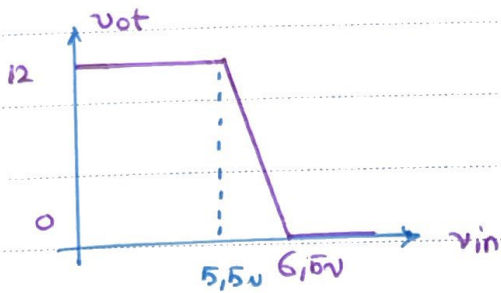


$$v_A(0^+) = V_{DD} + 0.7 \approx V_{DD}, \quad v_A(\infty) = 0$$

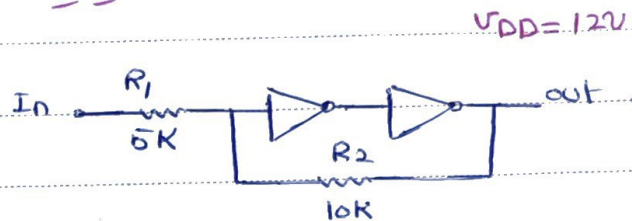
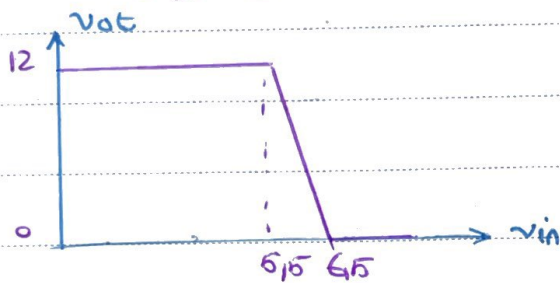
$$v_A(t) = V_{DD} e^{-t/RC}, \quad v_A\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{V_{DD}}{2} \rightarrow T = 2RC \ln 2$$

$$f = \frac{1}{2 \cdot RC \ln 2}$$

الف) سوال ۸: اگر منحنی مشخصه نشان داده شده مربوط به یک NOT باشد، منحنی مشخصه است؟ اگر بله، از دو NOT تشکیل شده است؟ یا فقط یک است؟
 بله NOT تشکیل شده است یا فقط یک است؟
 بله



ب) اگر منحنی مشخصه نشان داده شده مربوط به یک NOT باشد، منحنی مشخصه است؟ اگر بله، از دو NOT تشکیل شده است؟ یا فقط یک است؟
 بله NOT تشکیل شده است یا فقط یک است؟
 بله



حل مسئله الف)

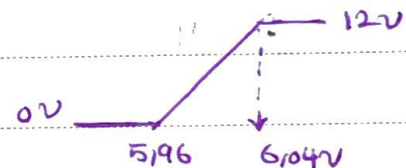
۱) با افتادیم مقدار از V_A و ولتاژ $V_B = 6.15V$ می شود.
 if $V_B = 6.15 \rightarrow V_{A1} = 5.15 + \frac{12-6.15}{12} \times (6.5-5.15) = 5.96V$

if $V_B = 5.15V \rightarrow V_{A2} = 5.15 + \frac{12-5.15}{12} \times 1 = 6.04V$

۲) با افتادیم مقدار از V_A و ولتاژ $V_B = 5.15V$ می شود.

if $V_{IN} < 5.96 \rightarrow V_B > 6.15 \rightarrow V_O = V_C = 0$

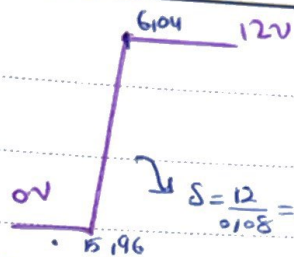
if $V_{IN} > 6.04 \rightarrow V_B < 5.15 \rightarrow V_O = V_C = 12V$



حل مسئله ب) منحنی مشخصه است؟ اگر بله، از دو NOT تشکیل شده است؟ یا فقط یک است؟
 بله NOT تشکیل شده است یا فقط یک است؟
 بله

اگر $V_O = 12V$ چنانچه V_{IN} افتد کم نشود و ولتاژ نقطه A به $6.04V$ برسد نقطه چپ منحنی

منحنی معادل می گردد و نشان دهد ولتاژ نقطه چپ منحنی می دهد



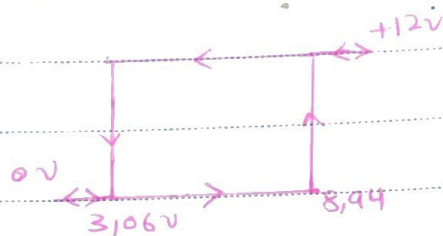
$$\frac{12 - LTP}{10K + 5K} = 5K + LTP = 6,04V$$

$$4 - \frac{LTP}{3} + LTP = 6,04V \Rightarrow LTP = 3,06V$$

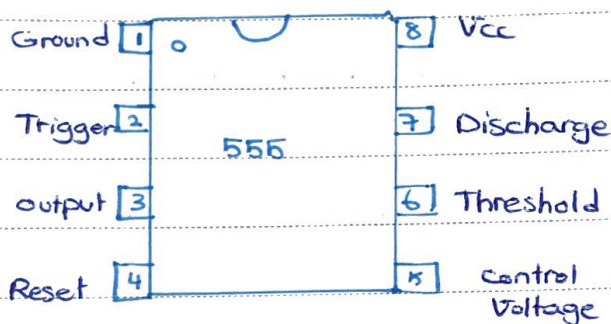
همچنین اگر V_{IN} را کمتر یا بیشتر از $5,96V$ در خروجی مدار تغییر می دهد

$$\frac{UTP \times 10}{10 + 5} = 5,96 \rightarrow UTP = 8,94V$$

(شروع هر پالس مثبت)



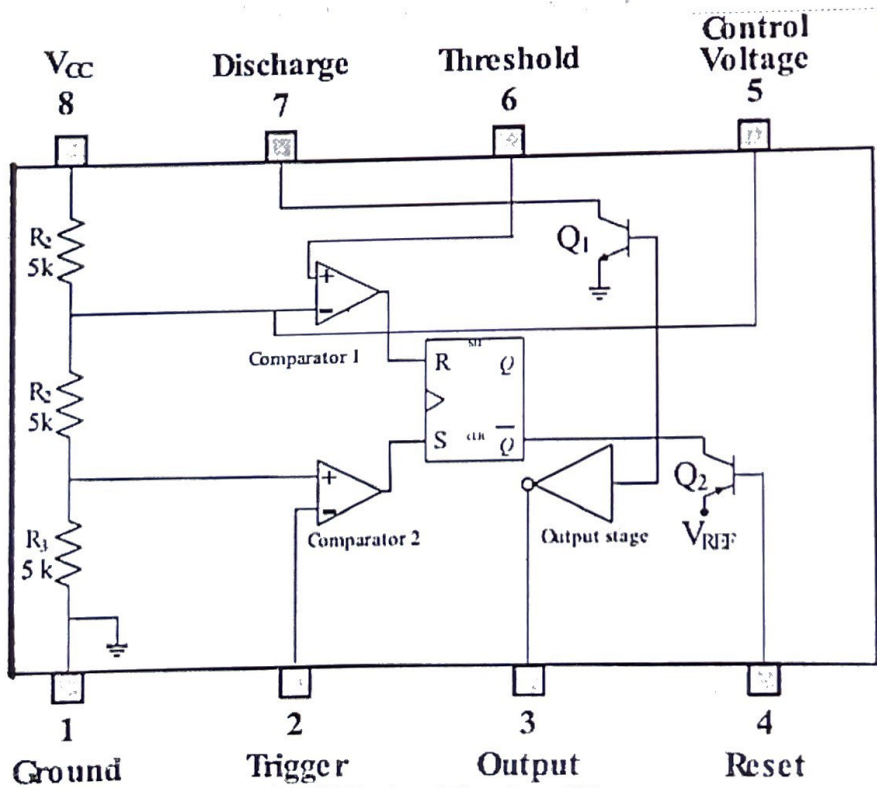
~ IC 555 ~



این IC بسیار کار بر است

7 پین آن به شکل زیر

است. چون V_{REF} مقاومت $5K\Omega$ در این نام را گرفته



بررسی پایه‌ها

پایه ۱ (زمین) : معوقاً به پایه‌ترین سطح ولتاژ وصل می‌شود.

پایه ۲ (ترید) : این پایه بی‌دریغ منقضی می‌شود و هم است به دردی آن غیب آن به ولتاژ $\frac{V_{cc}}{3}$ وصل شده و اثر

این دردی کمتر از $\frac{V_{cc}}{3}$ شود و درصورتی که Set می‌شود.

پایه ۳ (خروجی) : طبق خروجی این پایه می‌تواند به توانی جریان دهی تا حدود 200mA را دارد سطح ولتاژ 1 منفی

حدود 1.7V کمتر از V_{cc} و منفی حدود 0.5V است.

پایه ۴ (ورودی Reset) : برای ریست کردن فلپ فلوپ داخلی IC به کار می‌رود.

پایه ۵ (کنترل) : این پایه بی‌دریغ منقضی می‌شود که اول است به در داخل IC به ولتاژ $\frac{2V_{cc}}{3}$ وصل شده است. علاوه

بر آن به اعمال ولتاژ به این پایه می‌تواند و بنا بر مجموع مقایسه نشد که اول را تغییر داد. در مواردی که از این پایه

استفاده نمی‌شود. جهت جلوگیری از نویز و نوسانات داخلی آن را با یک خازن 10nF به زمین وصل می‌کنند.

پایه ۶ (استان) : این پایه بی‌دریغ منقضی می‌شود که اول است به دردی منقضی آن به ولتاژ $\frac{2V_{cc}}{3}$ وصل شده است.

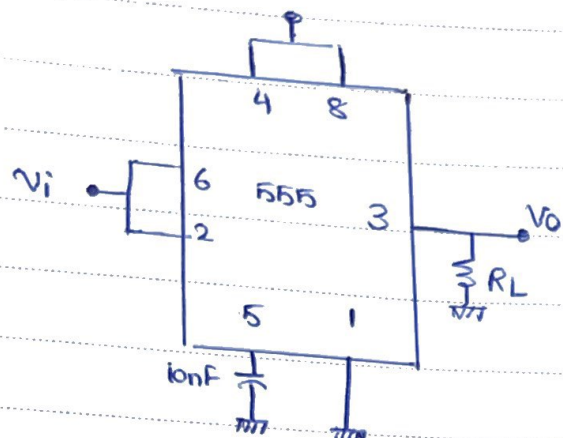
این دردی بیشتر از $\frac{2V_{cc}}{3}$ شود و درصورتی که $Reset$ می‌شود.

پایه ۷ (کلید) : این پایه بیشتر از تریدر کلید می‌باشد. این پایه به زمین وصل می‌شود و درصورتی که Q فلپ فلوپ وصل شده است به آن

به حالت فلپ فلوپ این ترانزیستور قطع می‌باشد. این پایه به یک کلید که به یک خروجی به کار رفته در مدار استفاده می‌کند.

پایه 8 (نیمه) 6 کرده و با ترانزیستور IC از مدار 4.5V آماره 0 16V است در این مورد محاسبات زمان تکمیل از مقدار منبع تغذیه است

طراحی استایتر با استفاده از IC 555

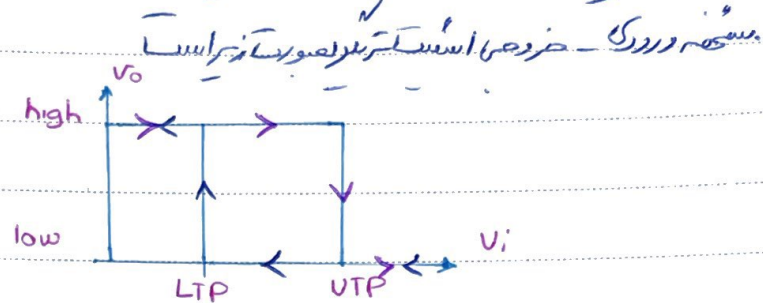


در هنگام آفرینش V_i و وقتی V_i به V_{CC} شود خروجی در سطح low قرار می گیرد

$$UTP = \frac{2V_{CC}}{3}$$

 در هنگام کاهش V_i و وقتی V_i به 0 ولت برسد خروجی در سطح high قرار می گیرد

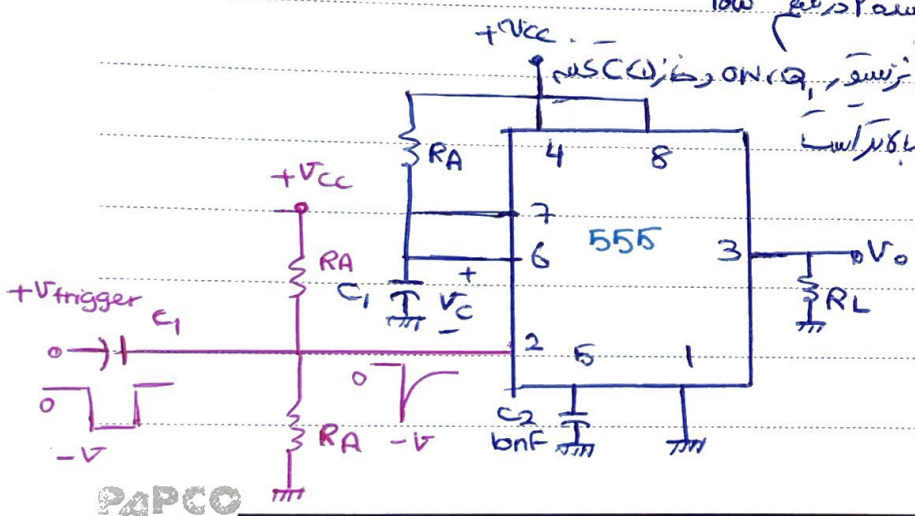
$$LTP = \frac{V_{CC}}{3}$$



طراحی مولد دیر انور هونو استایتر با استفاده از IC 555
 طرز کار مدار

حالت اول: حالت پایدار (قبل از اعمال پالس تریگر)

پایه 2 در سطح high = خروجی مقایسه کننده 1 با پالس است چون ترانزیستور ON و کار Vcc است
 خروجی مقایسه کننده 1 با پالس است چون ترانزیستور ON و کار Vcc است
 پایه 2 در سطح high = خروجی مقایسه کننده 1 با پالس است چون ترانزیستور ON و کار Vcc است
 پایه 2 در سطح high = خروجی مقایسه کننده 1 با پالس است چون ترانزیستور ON و کار Vcc است



P4PCC

حالت دوم: حالت ترند شده (که اعمال با پس ترند)

$$V_C(0^+) = V_C(0^-) = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow V_C(t) = V_{CC} - V_{CC} e^{-t/\tau} \\ V_C(\infty) = V_{CC} \end{array} \right.$$

- اعمال با پس ترند منفی با ۲ در سطح با پس ترند می‌گیرد
 - خروجی مقاسم کننده ۲ ← high
 - فلپ فلوپ ← Set و خروجی Q آن با پس ترند
 - خروجی IC ← high
 - ترانزیستور: Q_1 : off

- خازن از طرف مقادیر R و ولتاژ V_{CC} شارژ می‌شود.
 - ولتاژ ترند با ۲ با ولتاژ خروجی مقاسم کننده ۲ با پس ترند FF ← Set با پس ترند می‌ماند.

حالت نهایی (پس از رسیدن ولتاژ خازن به $\frac{2V_{CC}}{3}$)

- خروجی مقاسم کننده ۲ در سطح high قرار می‌گیرد.
 - فلپ فلوپ Reset شده و خروجی Q آن در سطح بالا قرار می‌گیرد.
 - ترانزیستور داخل Q روشن شده و خازن C را به سرعت تخلیه می‌کند. در نتیجه خروجی مقاسم کننده ۲ به سطح low برمی‌گردد.

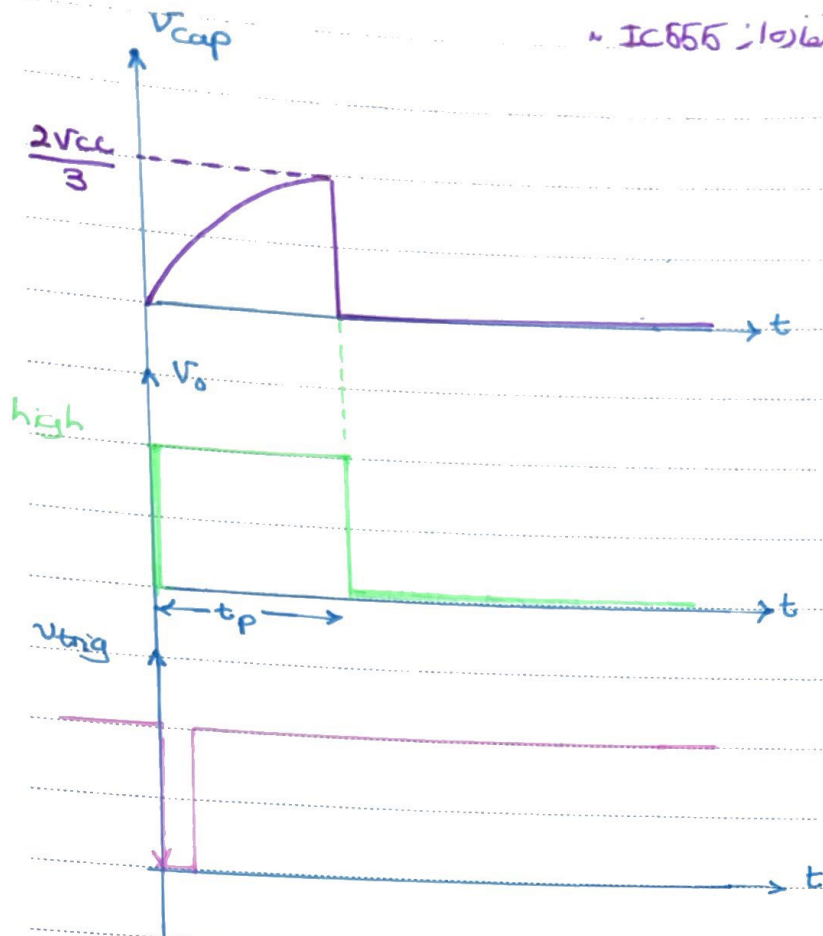
- خروجی IC در سطح با پس ترند قرار می‌گیرد.
 - حالت نهایی مانند حالت اول است و مدار برای یک ترند شدن آماده است.

زمان رسیدن ولتاژ خازن به $\frac{2V_{CC}}{3}$ یعنی t_p برابر است با:

$$V_C(t_p) = \frac{2V_{CC}}{3} = V_{CC} - V_{CC} e^{-t_p/RC}$$

$$t_p = RC \ln 3 = 1.1 RC \quad \text{بنای با پس ترند}$$

به شکل موج مولتی ویراتور مولتی استایل با استفاده از IC 555



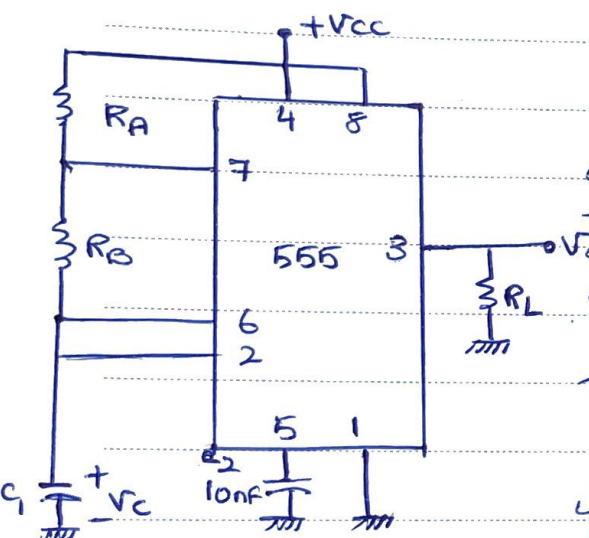
طراحی مولتی ویراتور استایل با استفاده از IC 555

طراحی مدار

خازن C بین ولتاژهای V_{cc} تا $\frac{2V_{cc}}{3}$ در حال شارژ است. ولتاژ را در نظر می گیریم که ولتاژ خازن C از مقدار $\frac{V_{cc}}{4}$ شروع به افزایش می کند.

از طریق R_A و R_B به خواهد آمد ولتاژ V_{cc} شارژ شود در این زمان خروجی آی سی در سطح منطقه بالا (high) قرار دارد و همچنین ترانزیستور داخله به قطع است.

وقتی ولتاژ خازن به $\frac{2V_{cc}}{3}$ برسد، خروجی معکوس شده شماره 1 در سطح منطقه معکوس شده رفلکس فلای را Reset می کند در نتیجه خروجی C در سطح منطقه پایین قرار گرفته و آی سی on! و خازن از طریق R_B شارژ می شود.



معادله ولتاژ خازن

$$\left. \begin{aligned} V_C(0^+) &= \frac{V_{CC}}{3} \\ V_C(\infty) &= V_{CC} \end{aligned} \right\} \rightarrow V_C(t) = V_{CC} - \frac{2}{3} V_{CC} e^{-t/\tau}$$

$$\tau = (R_A + R_B) C$$

زمان رسیدن ولتاژ خازن به $\frac{2V_{CC}}{3}$ همان مدت زمان بالا بودن خروجی معبر برابر است با:

$$V_C(t_1) = \frac{2V_{CC}}{3} = V_{CC} - \frac{2}{3} V_{CC} e^{-t_1/\tau}$$

$$t_1 = \tau \ln 2 = 0.693 (R_A + R_B) C$$

در زمان t_P ترانزیستور داخل Q_1 روشن شده و خازن از طریق R_B دشارژ شده و معبر خواهد بود معبر برسد. معادله ولتاژ خازن در این بازه زمانی برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} V_C(t_1^+) &= \frac{2}{3} V_{CC} \\ V_C(\infty) &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow V_C(t) = \frac{2}{3} V_{CC} e^{-\frac{t-t_1}{\tau}}$$

$$\tau = R_B C$$

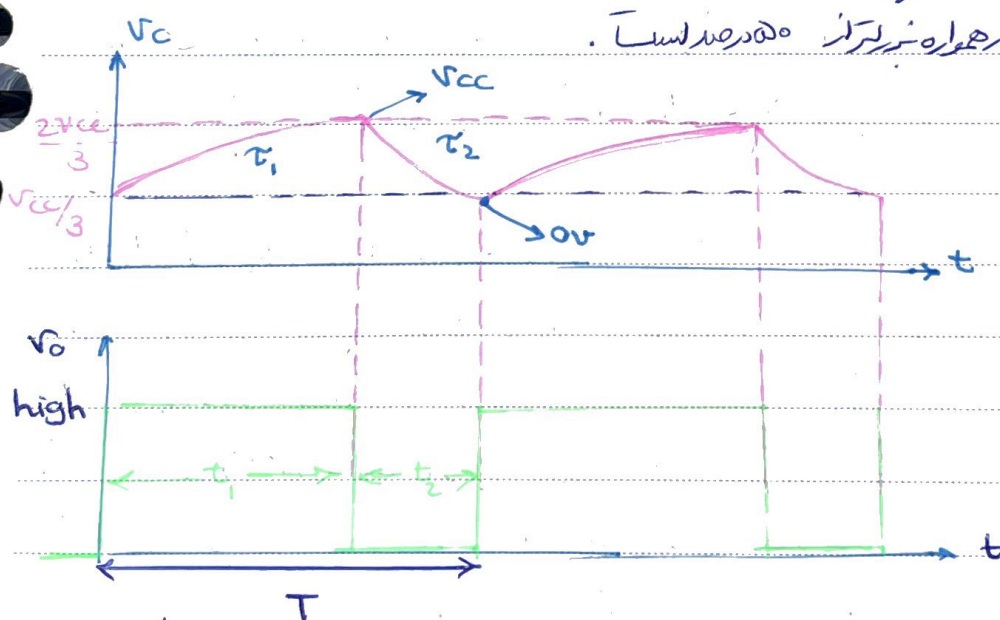
زمان رسیدن ولتاژ خازن به $\frac{V_{CC}}{3}$ همان مدت زمان پایین بودن خروجی معبر برابر است با:

$$V_C(t_2 + t_1) = \frac{V_{CC}}{3} = \frac{2}{3} V_{CC} e^{-\frac{t_1 + t_2 - t_1}{\tau_2}} \rightarrow t_2 = \tau_2 \ln 2$$

$$\rightarrow t_2 = 0.693 R_B C$$

نمودار Duty Cycle و period این مدار را در زیر ترسیم کرده‌ایم.

به شکل موجی این مدار



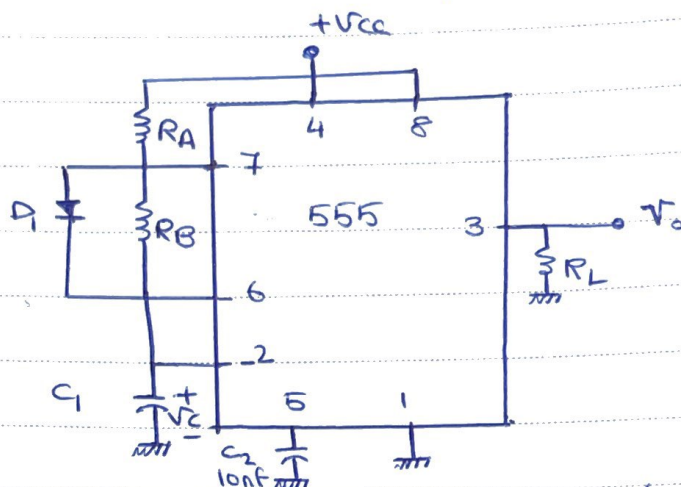
برای داشتن Duty cycle دلخواه مدار متدی را به شکل زیر در اصلاح می کنیم

در این مدار شارژ از طریق D_1 و R_A و دشارژ از طریق R_B و ترانزیستور داخلی Q_1 صورت می گیرد در هنگام

شارژ خازن، دیود قطع است. با صرف نظر از مقاومت دیود در هنگام هدایت می توان نوشت:

$$t_1 = 0.693 R_{AC}$$

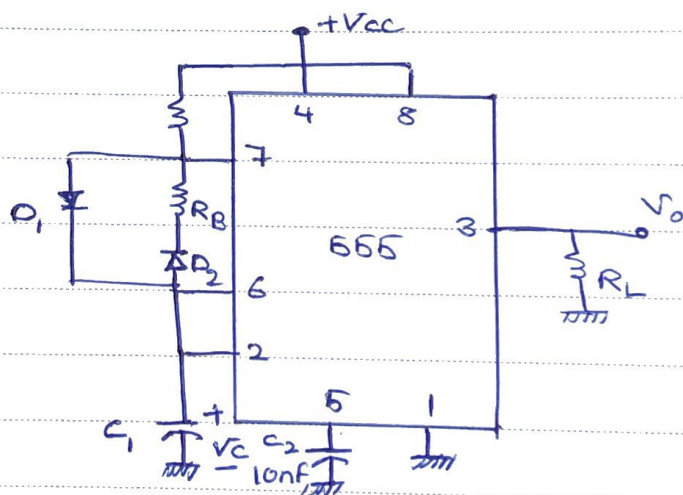
$$t_2 = 0.693 R_{BC}$$



برای این شرایط شارژ و دشارژ خازن می توان دید که برای به صورت همگامی با مقاومت R_B در صورتی که

مقاومت در مدار قرار دارد

در این مدار شارژ از طریق D_1 و R_A و دشارژ از طریق D_2 و R_B و ترانزیستور داخلی Q_1 صورت می گیرد



جلسہ ۲۴ نوٹر کو انٹر تسین، سٹیج R-2R، مسئلہ کے ساتھ ساتھ ایک بوس ڈیزل (DAQ) سے

سیرل جای داره

Ref : CMOS Analog circuit Design

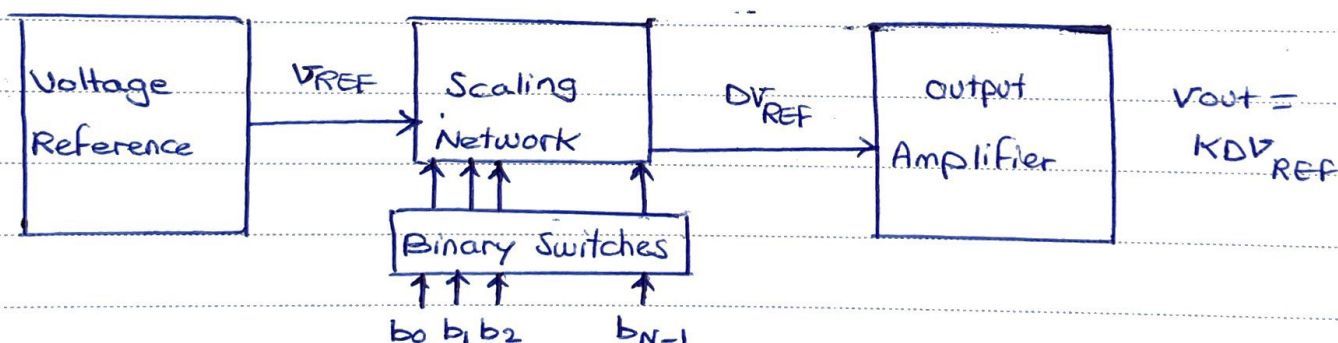
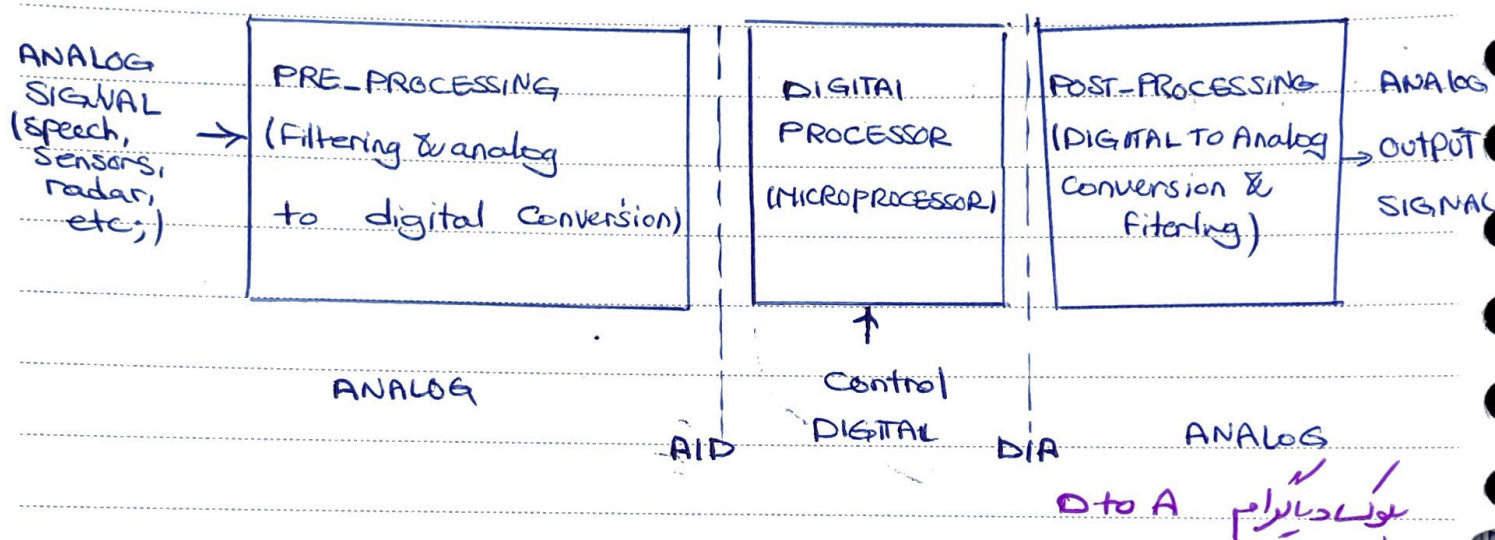
BY: Phillip E. Allen & Douglas R. Holberg; Second edition

Applications of Analog Integrated Circuit : sacraf

عالم ان لوگ - دیکھنا دور دور کے خواص سے سنبھال ان لوگ ہمارے عالم فزیک

و احسن

پروفسور در از قضای رحمت به انانول سرور



درواقع کمال عدد با نسی را می برد در آن راستی که به دلالت می دهد مضای آن که می برد

$$V_{out} = V_{REF} \left(\frac{b_0}{2^1} + \frac{b_1}{2^2} + \dots + \frac{b_{N-1}}{2^N} \right)$$

$b_0, b_1, \dots, b_{N-1} = N$ bit Digital word;

عدد دایمی N بیت باشد به شکل $b_0, b_1, \dots, b_{N-1}$
 بیت کم اهمیت $\leftarrow b_0$
 بیت پر اهمیت $\leftarrow b_{N-1}$

زمانی که همه بیت‌ها صفر باشند $b_0 = 0$
 زمانی که $b_{N-1} = 1$
 $LSB =$

MSB (Most Significant bit) = b_N و N : Resolution

LSB (Least Significant bit) = b_{N-1}

$$LSB = \frac{V_{REF}}{2^N} \quad ; \quad V_{max} = V_{REF} - \frac{V_{REF}}{2^N} = V_{REF} - LSB$$

Output-Input characteristics

Ideal input-output characteristics of a 3-bit DAC

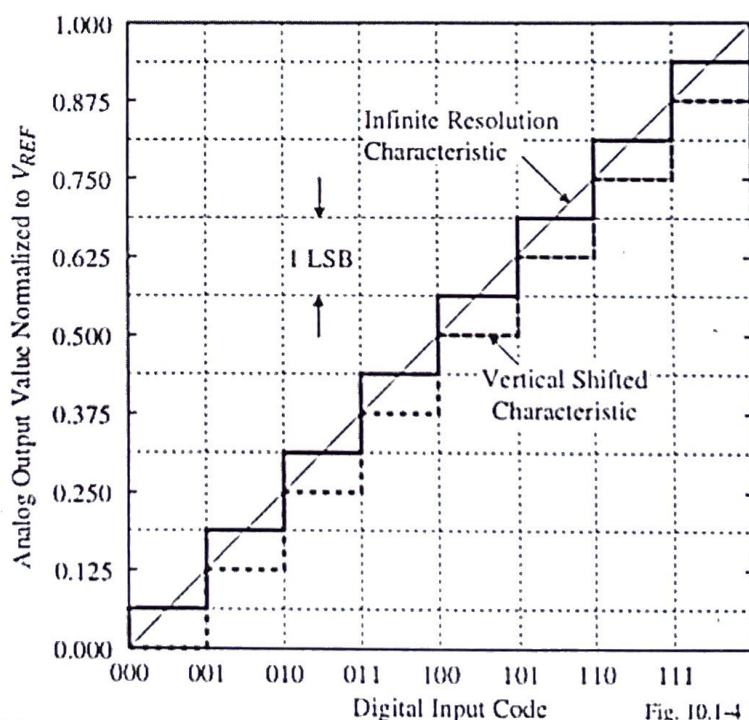


Fig. 10.1-4

خطاریت با فرض این است که $N \rightarrow \infty$ و در طول این خط خطای کمتری ایجاد می‌شود

شیفت داده 15 LSB در خروجی بصورت عمودی شیفت داده می‌شود

Quantization Noise analog output ($N=\infty$) - analog output (N)

اختلاف بین خروجی آنالوگ و دیجیتال در خروجی دیجیتال است که به دلیل محدودیت دقت در خروجی دیجیتال است.

به مایه و خروجی آنالوگ و دیجیتال در خروجی دیجیتال است که به دلیل محدودیت دقت در خروجی دیجیتال است.

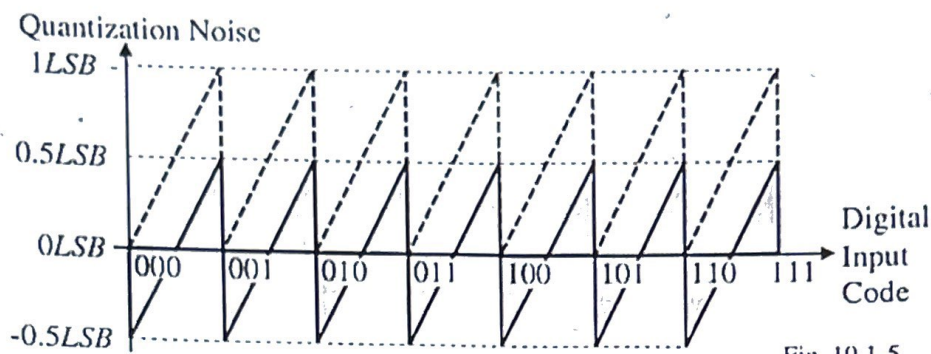
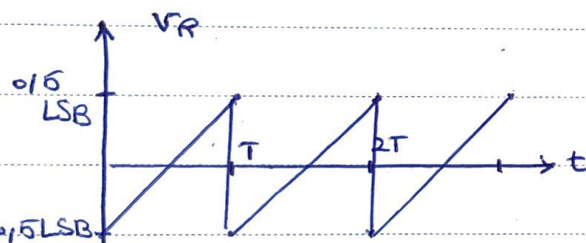


Fig. 10.1-5



دماقنم RSB ای کاسه کرم

$$V_q = \text{LSB} \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{2} \right) \quad 0 < t < T$$

$$V_q(\text{r.m.s.}) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V_q^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \text{LSB}^2 \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{2} \right)^2 dt}$$

$$= \sqrt{\frac{\text{LSB}^2}{T} \left[\frac{T}{3} \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{2} \right)^3 \right]_0^T} = \text{LSB} \sqrt{\frac{1}{3} \left[\left(\frac{t}{T} - \frac{1}{2} \right)^3 - \left(-\frac{1}{2} \right)^3 \right]} = \text{LSB} \sqrt{\frac{1}{3} \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} \right)} = \frac{\text{LSB}}{\sqrt{12}} = \frac{V_{REF}}{2^N \sqrt{12}}$$

Subject

Date

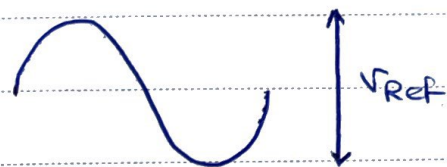
$$V_Q = \frac{LSB}{T} t, \quad rms = \frac{1}{T} \int \frac{LSB^2}{T^2} t^2$$

$$\frac{LSB^2}{T^3} \frac{t^3}{3} \Big|_0^T = \frac{LSB^2}{3}$$

$$r.m.s = \frac{LSB}{\sqrt{3}}$$

$$SNR_{dB} = 10 \log \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}}, \quad SNR(\text{Max}) = ?$$

$$\text{Max Signal Power} = \frac{\left(\frac{V_{Ref}}{2}\right)^2}{2RL} = \frac{V_{Ref}^2}{8RL}$$



$$\text{Noise Power} = \frac{V_{Ref}^2}{2^{2N} \times 12RL}$$

$$SNR_{Max_{dB}} = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{8} \times 2^{2N} \times 12} = 10 \log 2^{2N} + 10 \log 1.5 = 20N \log 2 + 1.76$$

$$= 6.02N + 1.76$$

تعارف

$$FS = V_{outmax} - V_{outmin} = V_{REF} - LSB$$

$$FS = V_{REF} \left(1 - \frac{1}{2^N}\right), \quad FSR = \lim_{N \rightarrow \infty} FS = V_{REF}$$

$$\text{Dynamic Range} = DR = \frac{FSR}{LSB}$$

Integral and Differential Non-linearity

• INL: استوفیت سیستم نسبت به تعارض بین ولتاژ ورودی و خروجی. این به ازای هر دیکال در ورودی می باشد.

حالت ایده آل خودش یک تقارن دارد و اختلاف ندارد. این INL می گویند.

• DNL: در هر دیکال در خروجی به اشتباه اضافی می کشد. خروجی آنالوگ آن هم باید $\pm 1 LSB$ باشد.

در این حالت DNL ضربه یعنی خطای در بیش از $\pm 1 LSB$ باشد. این DNL است.

$$DNL = V_{CA} - V_S = \left(\frac{V_{CA} - V_S}{V_S} \right) V_S = \left(\frac{V_{CA}}{V_S} - 1 \right) LSB$$

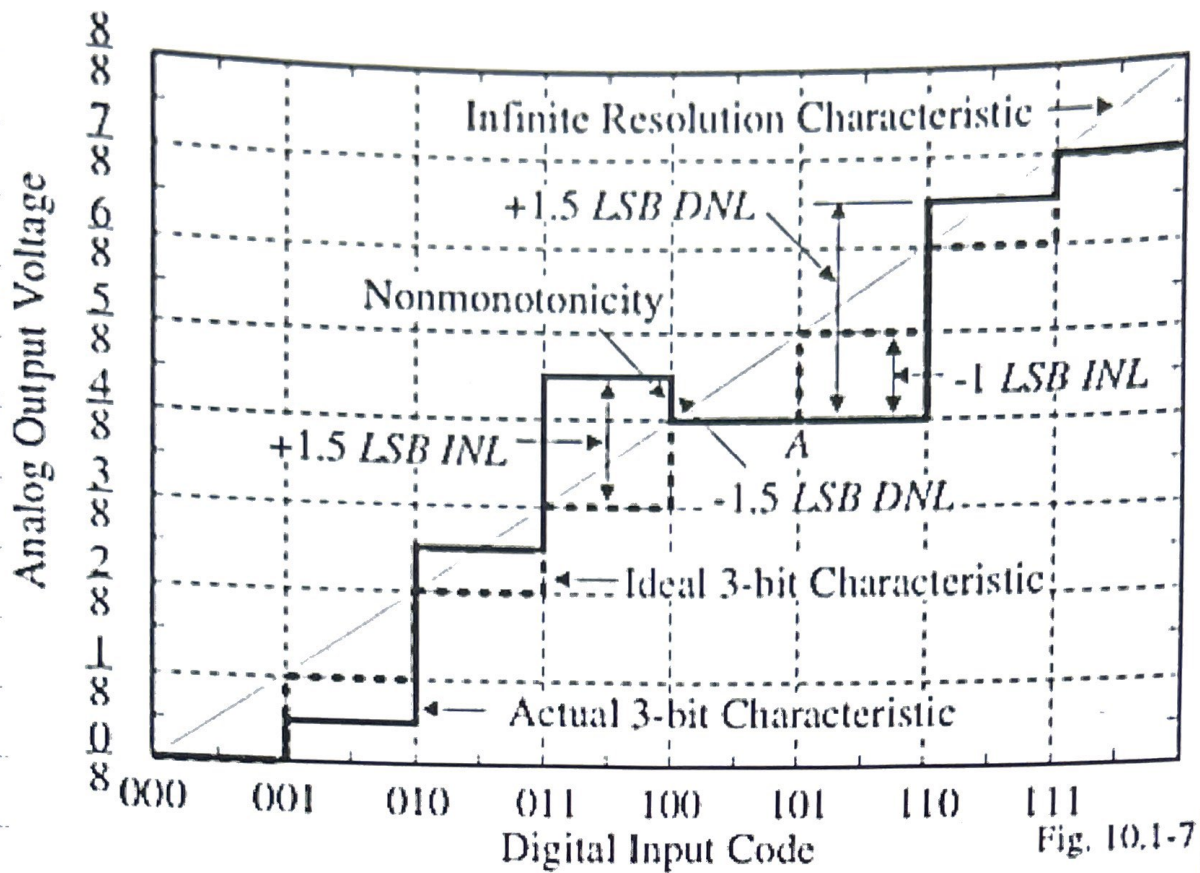


Fig. 10.1-7

Example of INL and DNL
of Nonideal 4-bit DAC

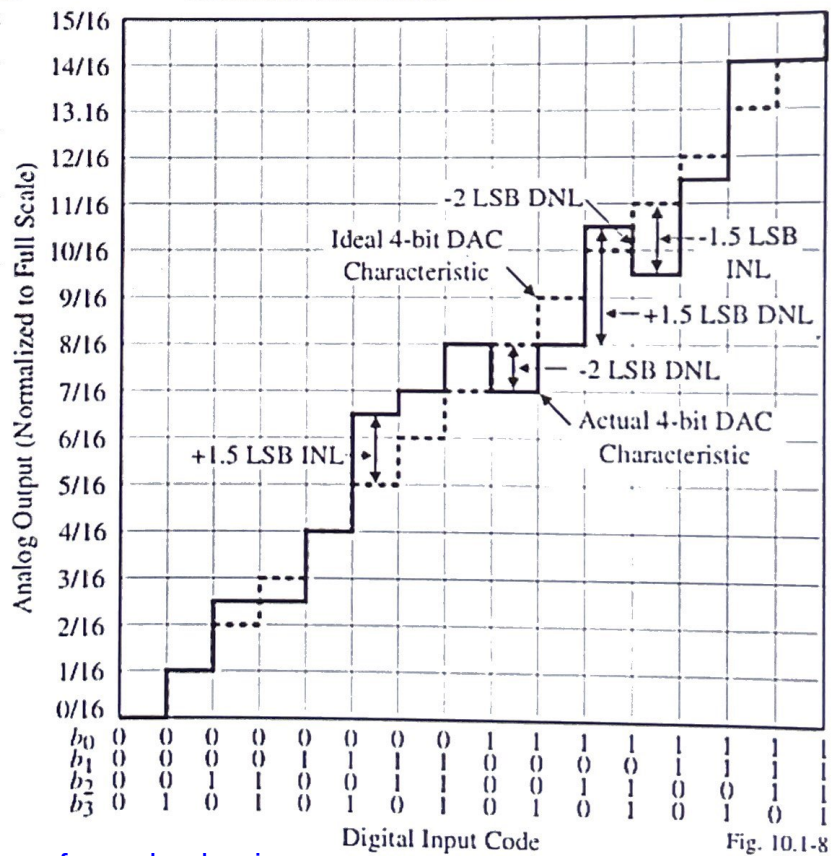


Fig. 10.1-8

Classification of Digital-Analog Convert

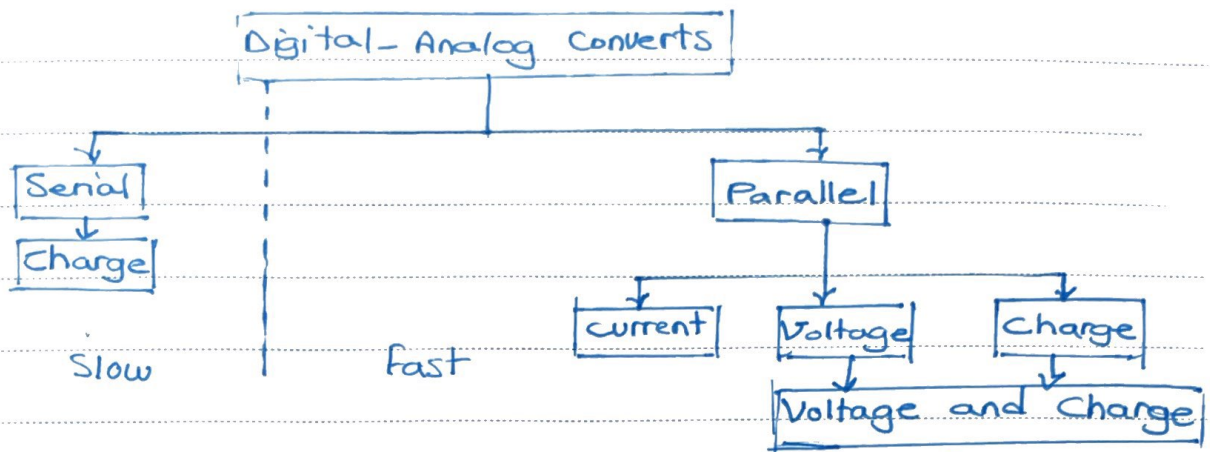
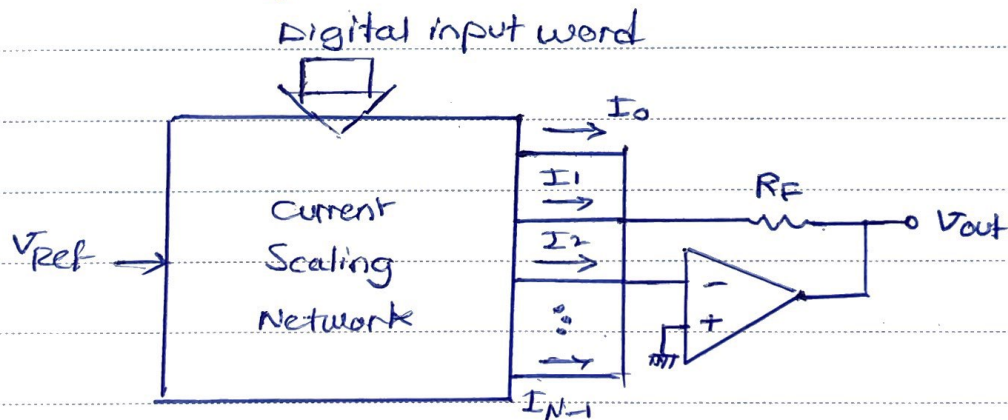


Fig 10-2-1

CURRENT SCALING DIGITAL-ANALOG CONVERTERS:

General-Current Scaling DACs



The output voltage can be expressed as

$$V_{out} = -R_F (I_0 + I_1 + I_2 + \dots + I_{N-1})$$

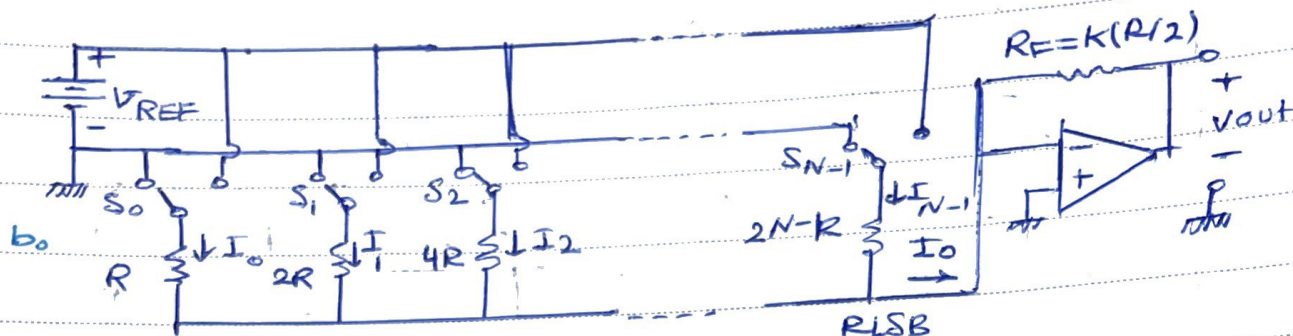
where the currents $I_0, I_1, I_2, \dots$ are binary weighted currents

$$I_0 = 2I_1 = 4I_2 = 8I_3 = 16I_4 = \dots$$

روسیا

اولین مدار

Binary-weighted Resistor DAC circuit



سیستم های این مدار با استفاده از این مدار می توان ساخت. در هر یک منفی این مدار زمین مجاز است

در این مدار سیستم دایم سیگنال ورودی یا 1 یا 0 باشد از دسترس می شود. $b_0 = 0$ مطابق شکل است

در این مدار از I_0 عبور می کند در زمین متصل به مدار است. $b_0 = 1$ شود سیستم در وضعیت 1 قرار می گیرد.

$$b_1 = 1 \Rightarrow I_1 = \frac{V_{REF}}{2R}, \quad \frac{V_{REF}}{R} = I_0$$

$$1) \quad V_{out} = -R_F I_0 = -\frac{KR}{2} \left(\frac{b_0}{R} + \frac{b_1}{2R} + \frac{b_2}{4R} + \dots + \frac{b_{N-1}}{2^{N-1}R} \right) V_{REF} \rightarrow$$

$$V_{out} = -K \left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{8} + \dots + \frac{b_{N-1}}{2^N} \right) V_{REF}$$

$$b_0 = 0 \rightarrow S_i = \text{Ground}$$

$$b_0 = 1 \rightarrow S_i = V_{REF}$$

$$2) \quad \text{Component Spread Value} = \frac{R_{MSR}}{R_{LSB}} = \frac{R}{2^{N-1}R} = \frac{1}{2^{N-1}}$$

3) high $\Rightarrow$ Fast
amperdance

* Nonmonotonic

* Trimming $\rightarrow$ N ترانس

* Large Component Spread value

برای حل مشکل بزرگ بودن مقادیر آزارش زیر استفاده می کنند :

R-2R Ladder Implementation of the Binary weighted Resistor DAC :

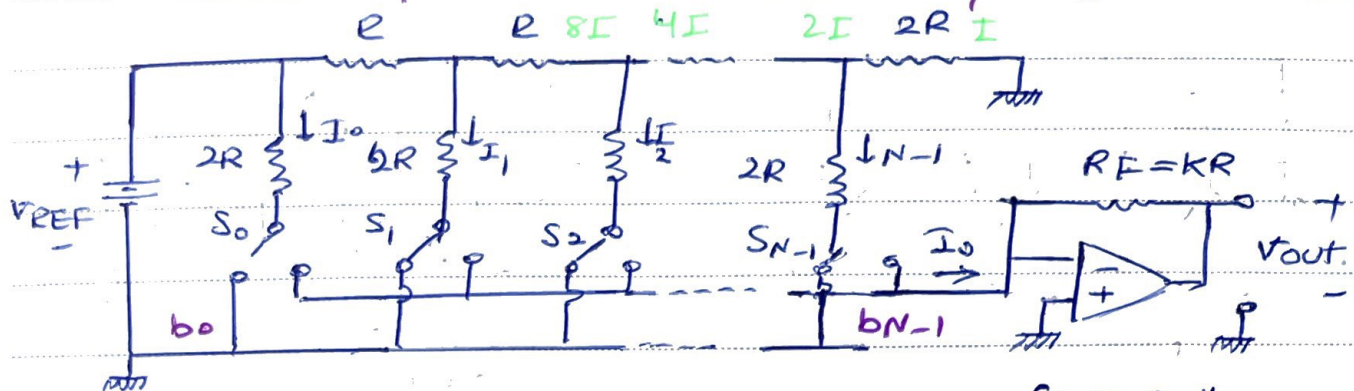
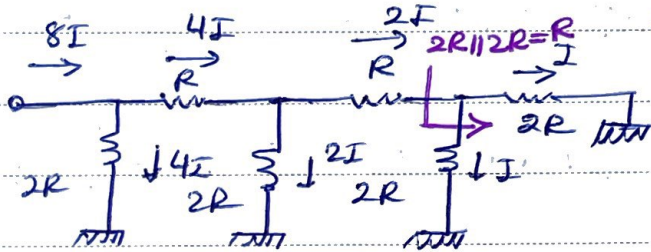


Fig 10.2-4

مشکل برای حل

ترتیبال است مقاومت برای 2R به زمین وصل به حال این زمین اصلی زمین برای 0000 دیکالسی



مقاومت معادل در یک سر از یک سر $R = 2R \parallel 2R = R$



بنابراین می توان شکل را به صورت

مقاومت در یک سر از یک سر $2R =$

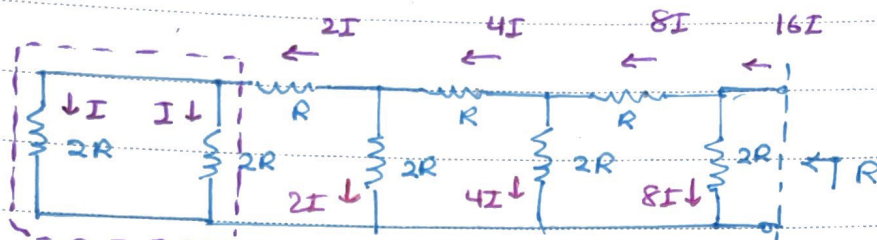
بنابراین به جای این می توان R گذاشت و این روش کار می شود و این آخر هر بار این بزرگ تر می شود

حسن بزرگ این مدار به اصحاب به مقاومت های خیلی بزرگ است

جلسه ۲۵: مدل دیکل به انالوگ با بار استریسی (DAC2)

مروکایو جاسی قلی

در مدار $R-2R$ با سیم ۸

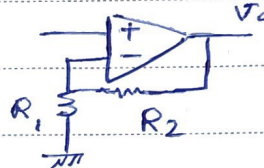


مروکایو جاسی قلی

۱. برای سیم به سیم جاسی قلی از NMOS استفاده می‌کنیم. R_{ON} دارد و $2R$ سری شده و خطا اکادمی شده است.

مقاومت خطا دارند و $\frac{\Delta R}{R}$ است. این آسان است.

$$V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_{in} \left(1 - \frac{1}{\alpha F}\right)$$



برای مدل در مدار

$$AF = \frac{a}{1 + \alpha F} = \frac{1/F_o}{1 + 1/\alpha F_o} \approx \frac{1}{F_o}$$

$$\frac{1}{1 + \alpha} = 1 - \alpha$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} \approx \frac{1}{F} \left(1 - \frac{1}{\alpha F}\right)$$

امداد حسیت

بنابراین به اندازه $\frac{1}{\alpha F}$ خطا دارد و در دقت با سیم ۸ هم بوده

سیم ۸ آسان به سیم ۸

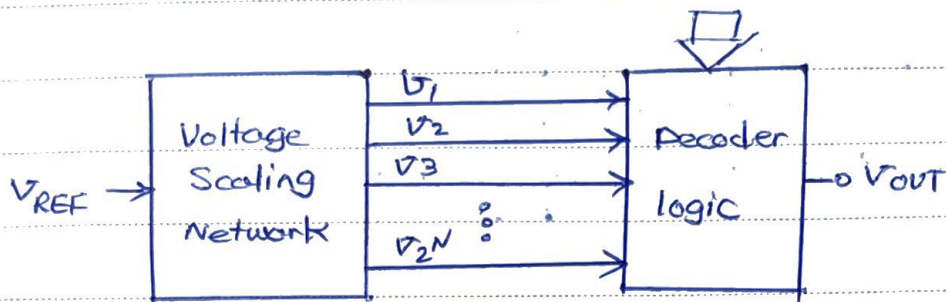
۱۳. خطای بودن منحنی مشخصی آسان است

۱۴. زمان نیست و ... هم در دقت اکادمی کردند

VOLTAGE SCALING DIGITAL-ANALOG CONVERTERS :

general-voltage Scaling digital Analog converter:

برای تبدیل دیجیتال به آنالوگ، ابتدا ورودی دیجیتال را به یک شبکه مقیاس‌دهنده (Voltage Scaling Network) می‌دهیم. این شبکه، هر بیت ورودی را به یک ولتاژ متناسب با آن بیت تبدیل می‌کند. سپس این ولتاژها را به یک کدینگ (Decoder) می‌دهیم که خروجی آن ولتاژ آنالوگ است.



3-Bit Voltage Scaling Digital-Analog converter:

$$V_{OUT} = \frac{V_{REF}}{8} (n - 0.5) = \frac{V_{REF}}{16} (2n - 1)$$

برای کدینگ 0.5، به ازای هر بیت ورودی، ولتاژهای متناسب با آن بیت را می‌گیریم.

$$b_0 = 1 \quad \Sigma R = 2^N R = 8R$$

برای کدینگ 0.5، به ازای هر بیت ورودی، ولتاژهای متناسب با آن بیت را می‌گیریم. این ولتاژها را به یک کدینگ می‌دهیم که خروجی آن ولتاژ آنالوگ است.

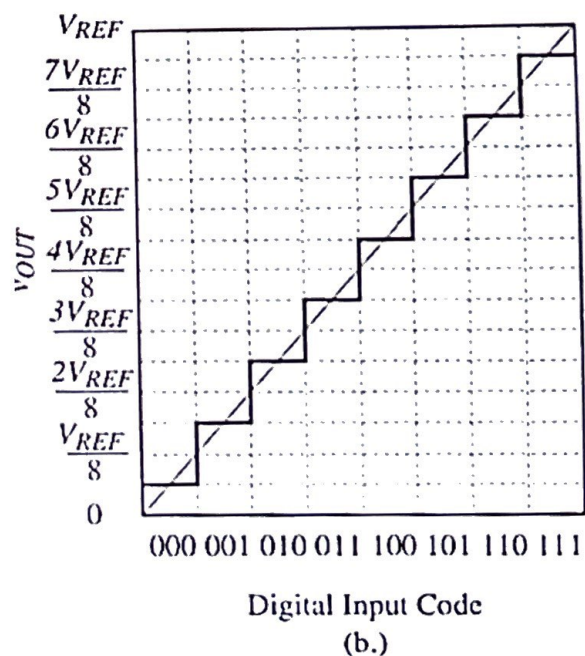
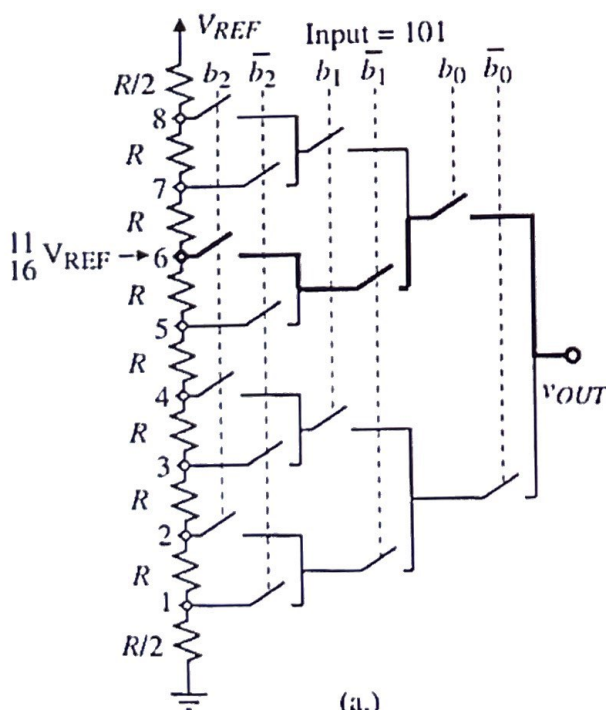
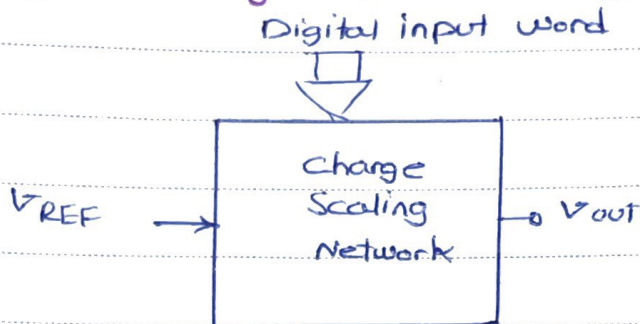


Figure 10.2-7 - (a.) Implementation of a 3-bit voltage scaling DAC. (b.) Input-output characteristics of Fig. 10.2-7(a.)

مسئله اصلی این مدار N بیت بزرگ است نه تعداد مقادیر یا ولت را به دست می آید پس این روش برای N بیت بزرگ مناسب نیست.

CHARGE SCALING DIGITAL-ANALOG CONVERTERS

General-Charge Scaling Digital-analog converter:



$$V_{out} = \frac{\frac{1}{C_2}}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} V_{REF} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{REF}$$

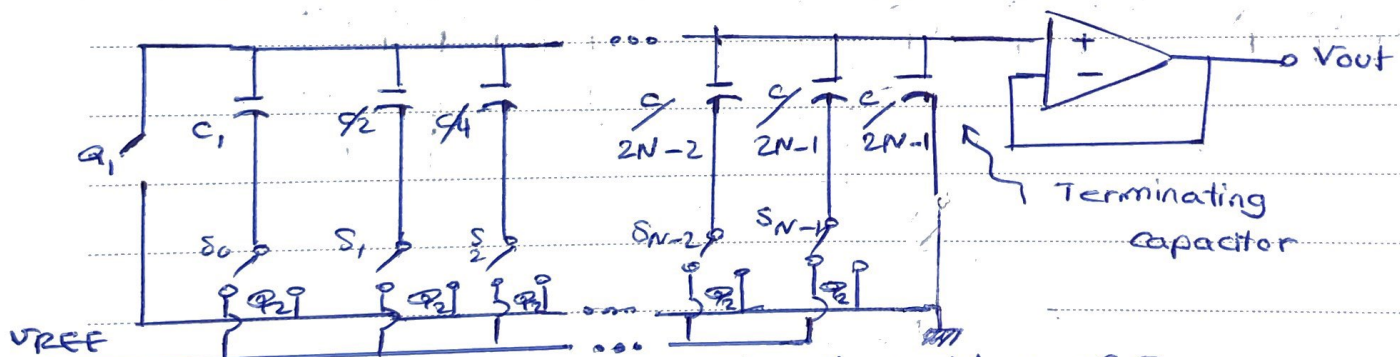
$$\Delta Q = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V_{REF}$$

$$\Delta V_o = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V_{REF} \Rightarrow \Delta V_o = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{REF}$$

پس مرتبان همان کارها را با خازن انجام داد

ما با نسبت خازن سروکار داریم نه با خود خازن ها بنابراین خود C_1 و C_2 مهم نیستند ولی نسبت آنها باید دقیق باشد.

Binary-weighted Charge Scaling DAC

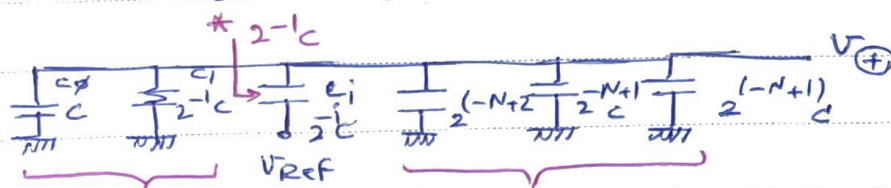


سویچ ها همه در حالت اتصال به زمین اند و ترانزیستورهای با ولتاژهای مختلف V_{REF} وصل می شوند و این ترانزیستورها هم با ولتاژهای مختلف V_{REF} وصل می شوند.

P.C.O

feedback loop with V_{REF} as input

$C_i = 2^{-i} C$, i from 0 to $N-1$



ملاحظة

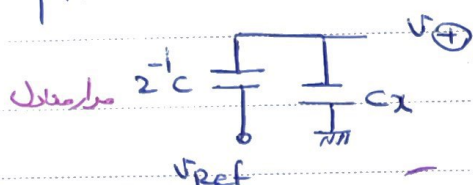
التيار

التيار

في

$$C_1 = C + 2^{-1} C + 2^{-(i-1)} C + 2^{-(i+1)} C + \dots + 2 \times 2^{-N+1} C$$

$$2^{-N+2} C$$



$$V_+ = V_{REF} \frac{2^{-i} C}{2^{-i} C + C_x}$$

التيار في

$$\sum C = 2^{-i} C$$

ملاحظة

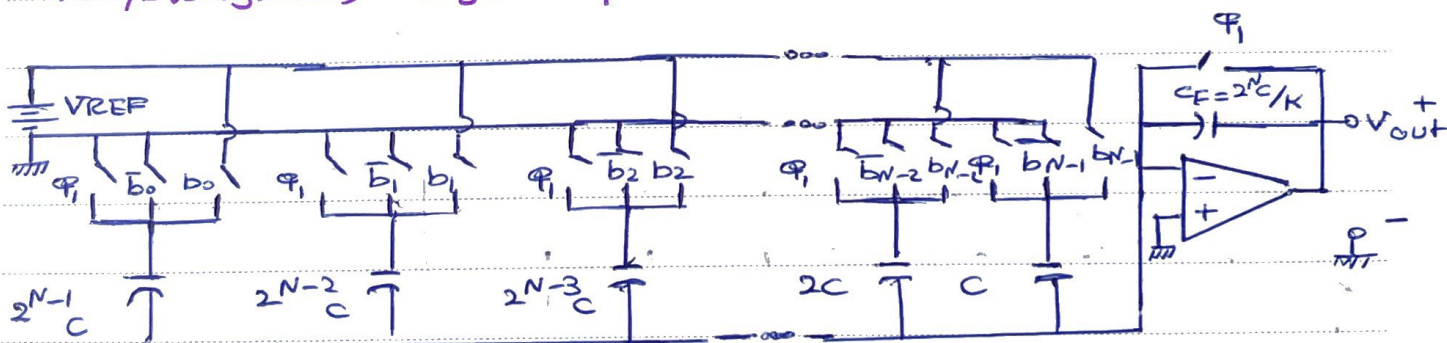
$$\sum C = 2C$$

$$\Rightarrow V_+ = \frac{2^{-i} C}{2C} V_{REF} = 2^{-i-1} V_{REF}$$

$$V_+ = (b_0 2^{-1} + b_1 2^{-2} + \dots + b_{N-1} 2^{-N}) V_{REF}$$

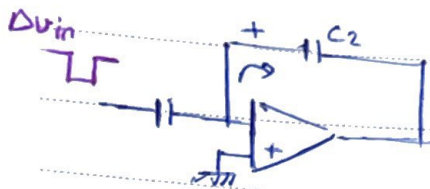
$$\downarrow b_0/2 + b_1/4 + \dots$$

binary-weighted, Charge Amplifier DAC :



در مدار ϕ خازن را اتصال کوتاه می‌کنیم و در خازن دیگر به V_{ref}

فرض کنیم خازن را داشته باشیم



$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-1/C_2}{1/C_1} = -C_1/C_2$$

$$\Delta Q = C_1 \Delta V_{in}$$

$$\Delta V_o C_2 = -C_1 \Delta V_{in}$$

$$\frac{\Delta V_o}{\Delta V_{in}} = -\frac{C_1}{C_2}$$

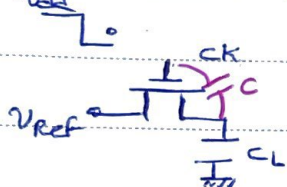
معادله برای اتصال به V_{ref}

$$V_o = -K(b_0 2^{N-1} C + b_1 2^{N-2} C + \dots + b_{N-1} C) / 2^N$$

$$V_o = -K\left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{8} + \dots + \frac{b_{N-1}}{2^N}\right)$$

اگر دینتریک نسبت خازن $\max$ به $\min$ زیاد N ، Feedthrough دارد
حسین که کان می‌تواند به است Floating نلرد
nod

clock Feedthrough چیست؟



فرض کنیم که در مدار داریم بواسطه خازن C این تغییر در خروجی خود را می‌بینیم

$$\Delta V_o = -V_{dd} \frac{C_x}{C_x + C_L}$$

این را دور نخفاسه

DAC type	مزایا	معایب
Current Scaling	عدم حساسیت به خازنیک سوئیچینگ دسترسی	نسبت الکابرا ندریک nonmonotonic
Voltage Scaling	monotonic، مقادیرهای یکسان	خازن ندریک، حساس به خازنیک مقادیرهای
Charge Scaling	سرعت و accuracy Δ	nonmonotonic Large element spread

Subject _____

Date _____

SECTION - EXTENDING The resolution of parallel DIGITAL-ANALOG CONVERTERS

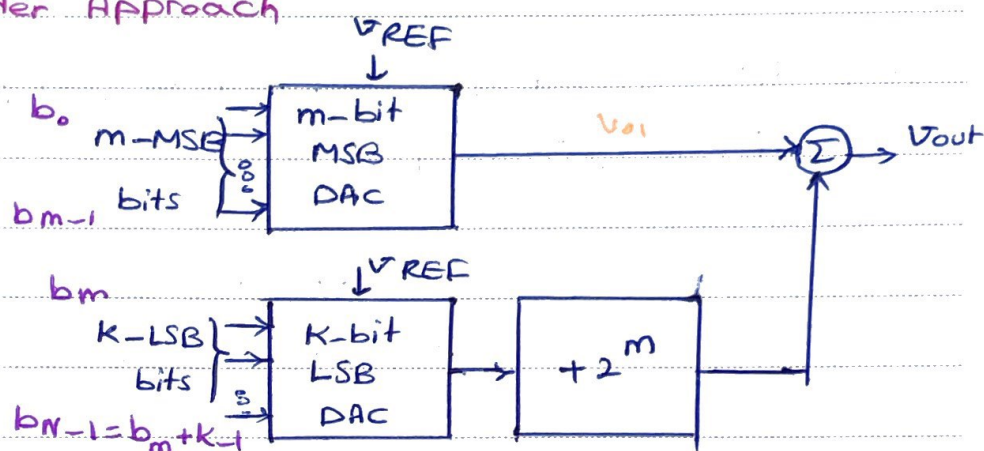
دانش‌آموزان عزیز! در این بخش می‌خواهیم روشی را بررسی کنیم که با افزودن بیت‌های دیجیتال، دقت و رزولوشن یک DAC موازی را افزایش دهیم.

$$N = M + K$$

و همچنین می‌توانیم با استفاده از این روش، دقت و رزولوشن یک DAC موازی را افزایش دهیم.

COMBINATION OF SIMILARLY SCALED SUBDACs

Analog Scaling - Divider Approach

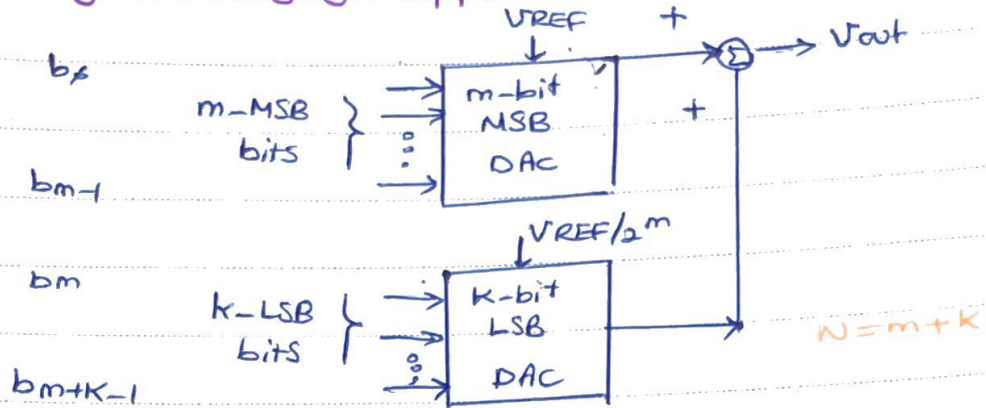


$$V_{OUT} = \left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \dots + \frac{b_{m-1}}{2^m} \right) V_{REF} + \left(\frac{1}{2^m} \right) \left(\frac{b_m}{2} + \frac{b_{m+1}}{4} + \dots + \frac{b_{m+K-1}}{2^K} \right) V_{REF}$$

$$V_{OUT} = \left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \dots + \frac{b_{m-1}}{2^m} + \frac{b_m}{2^{m+1}} + \frac{b_{m+1}}{2^{m+2}} + \dots + \frac{b_{m+K-1}}{2^{m+K}} \right) V_{REF}$$

Reference Scaling-Subranging Approach

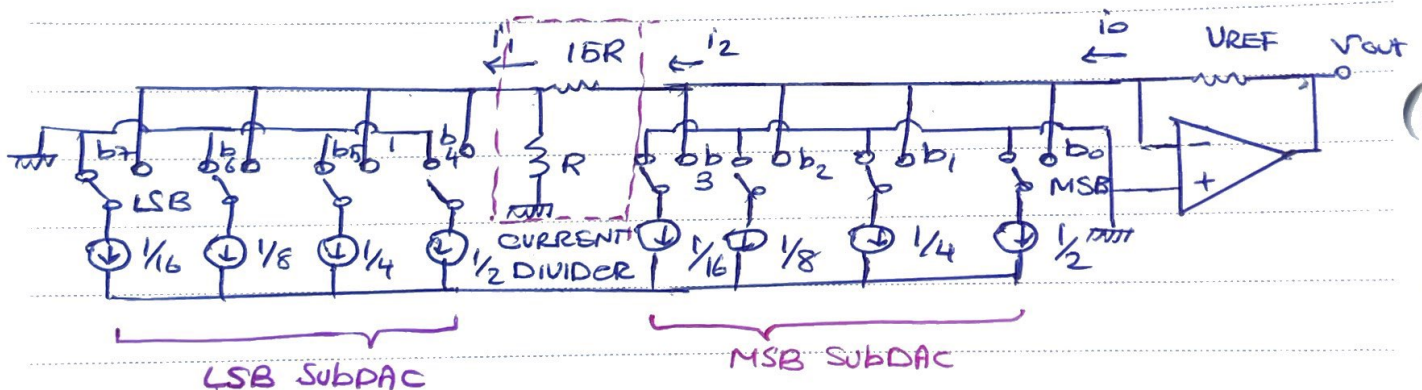
Sum



$$V_{out} = (b_0/2 + b_1/4 + \dots + b_{m-1}/2^m) V_{REF} + (b_m/2 + b_{m+1}/4 + \dots + b_{m+k-1}/2^k) (V_{REF}/2^m)$$

$$V_{out} = (b_0/2 + b_1/4 + \dots + b_{m-1}/2^m + b_m/2^{m+1} + b_{m+1}/2^{m+2} + \dots + b_{m+k-1}/2^{m+k}) V_{REF}$$

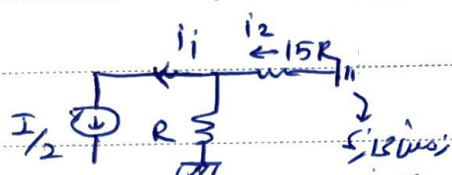
فنا کسے قاربا ک دیتا ہے یہ کس اصلے رابط



$$V_{out} = R I \left[(b_0/2 + b_1/4 + b_2/8 + b_3/16) + 1/16 (b_4/2 + b_5/4 + b_6/8 + b_7/16) \right]$$

فرض کنید $b_4 = b_5 = b_6 = b_7 = 0$ زمین شدند و I_{p0} برابر با سبب است، اما صاف شود
در روی منفی آب است زمینهای است برابر این جابجایی از آمپدانس کمتر رفته و جریان در خروجی ظاهر خواهد شد
و هم جابجایی از مقاومت R عبور می کند

سیس دایم $V_{out} = R_F I (b_0/2 + b_1/4 + b_2/8 + b_3/16)$



حال چون شش b_4 (معادل I_1) $I_1 = i_1/2$

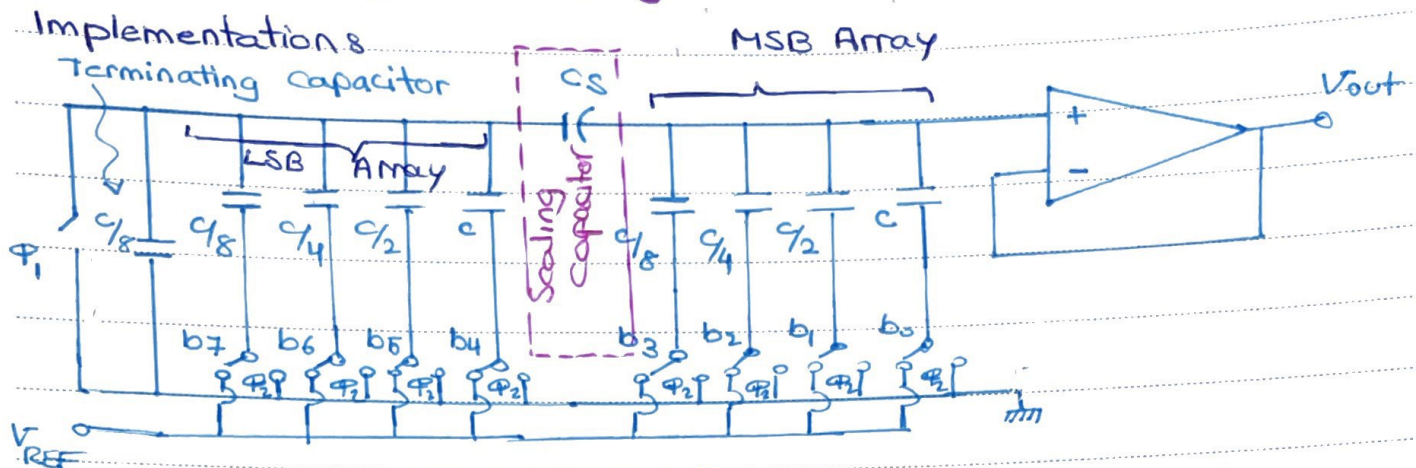
$$i_2 = i_1 \times \frac{R}{R+15R} \Rightarrow i_2 = \frac{1}{16} (i_1)$$

حال به سبب زمین شدن b_4

$$V_{out} = R_F I \left[\left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{8} + \frac{b_3}{16} \right) + \frac{1}{16} \left(\frac{b_4}{2} + \frac{b_5}{4} + \frac{b_6}{8} + \frac{b_7}{16} \right) \right]$$

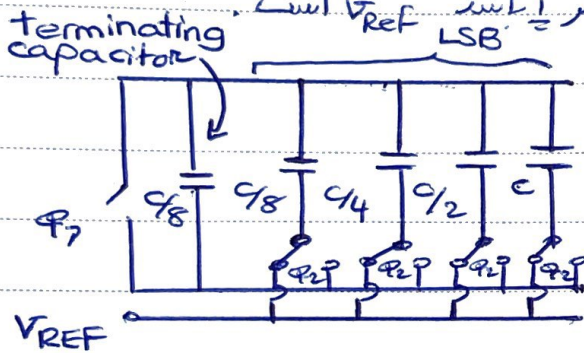
جلسہ ۲۴: مبدل دیجیتال بہ آنالوگ سریال، مباحثہ اظہار ربطیہ کیلئے مبدل آنالوگ بہ دیجیتال، مبدل مقرر (ADC)

Charge Scaling DAC using Two SubDACs



دو آویزہ ریسر ڈیٹا ریم وٹزن CS لایہ بہ ٹونہ کی اسیڈنہ اور b4 b1/16 اسڈنہ۔ دربارہ Φ1 لایہ ریم وٹزن

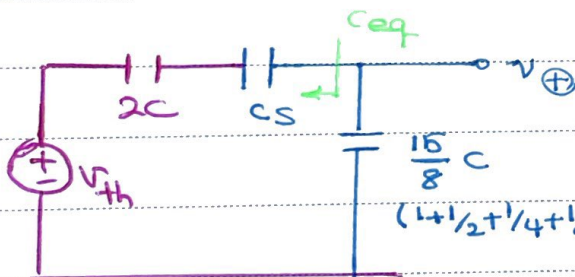
در سیرج عملیات صفر اسڈنہ ریسر۔ نام صفر اسڈنہ مینا اور لایہ اسڈنہ VREF لایہ



$$V_{th} = \left[\frac{c}{2c} b_4 + \frac{c/2}{2c} b_5 + \frac{c/4}{2c} b_6 + \frac{c/8}{2c} b_7 \right] V_{REF}$$

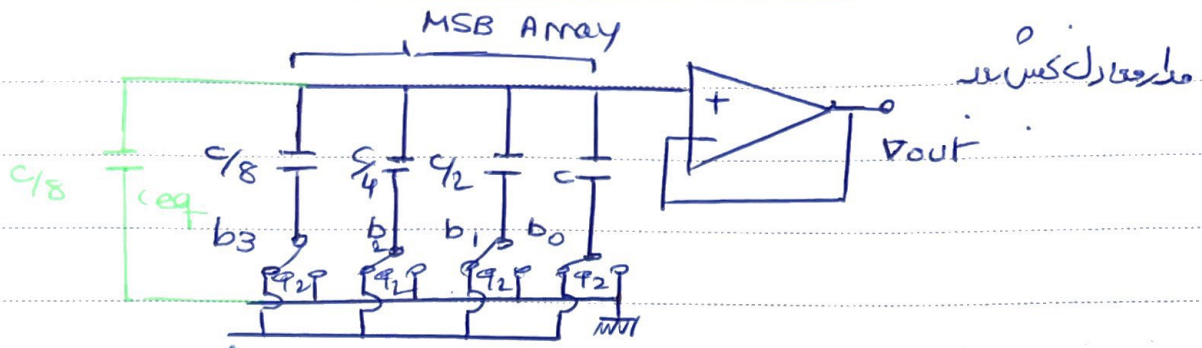
$$= \left[\frac{b_4}{2} + \frac{b_5}{4} + \frac{b_6}{8} + \frac{b_7}{16} \right] V_{REF}$$

$$C_{total} = c/8 + c/8 + c/4 + c/2 + c = 2c$$



$$\frac{V_{th}}{V_{th}} = \frac{8/15 c}{8/15 c + 1/CS + 1/2c} = 1/16 \rightarrow CS = 2/15 c$$

$$C_{eq} = \frac{2 \times 2/15 c^2}{(2 + 2/15) c} = 1/8 c$$



$$V_{out} = \left(\frac{C b_0}{2C} + \frac{C/2 b_1}{2C} + \frac{C/4 b_2}{2C} + \frac{C/8 b_3}{2C} \right) V_{ref} + \frac{1}{16} V_{th} = \left(\frac{b_0}{2} + \frac{b_1}{4} + \frac{b_2}{8} + \frac{b_3}{16} + \frac{b_4}{32} \right) V_{ref}$$

Charge Amplifier DAC Using Two binary weighted Charge Amplifier SubDACs

در مدار زیر، خروجی ۸ بیت از ۱/۱۶ اکتاسو

$$V_o = \left(\frac{C b_0}{2C} + \frac{C/2 b_1}{2C} + \frac{C/4 b_2}{2C} + \frac{C/8 b_3}{2C} \right) V_{ref} + \frac{C/8}{2C} V_{o1}$$

برای مدار زیر، این مدار Fast هست یک طرح زمین های برای ولت خیلی داینامیک به رفتار است

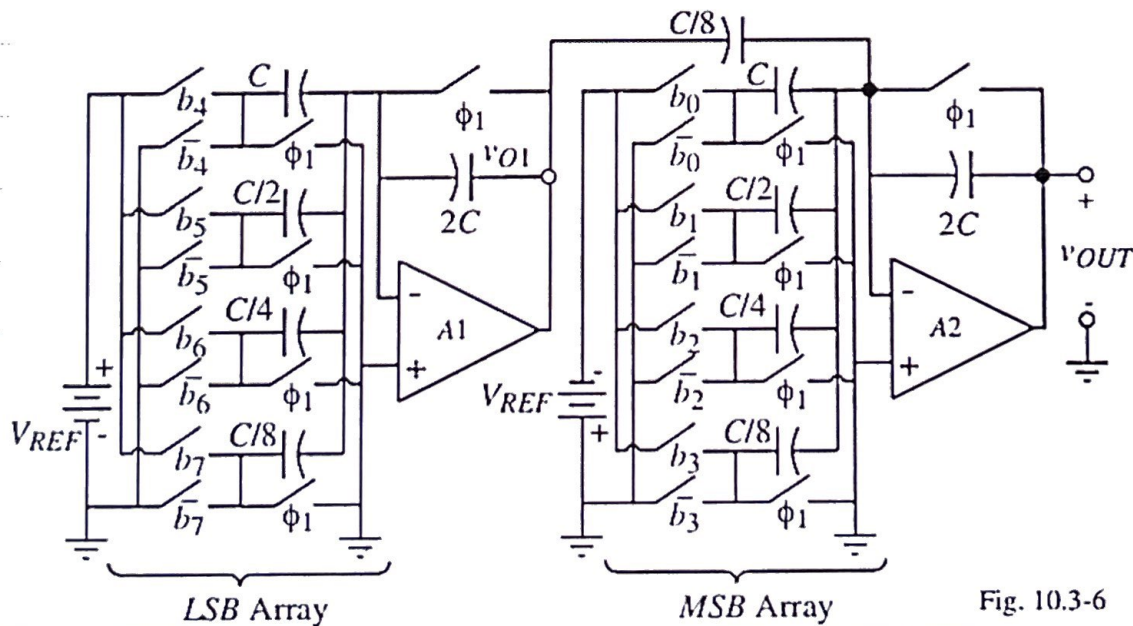


Fig. 10.3-6

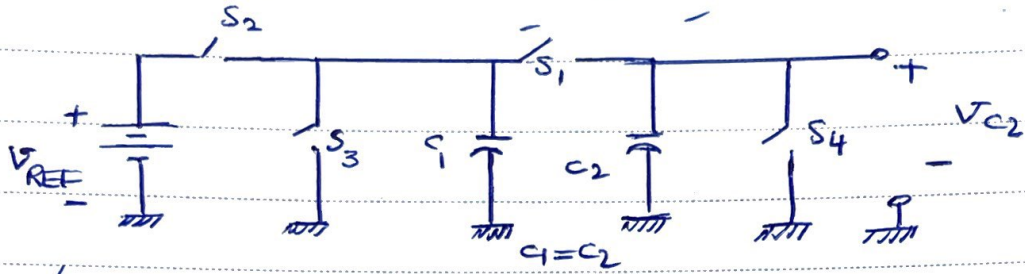
SERIAL DIGITAL - Analog CONVERTORS

اینوی طرح به این شکل است که N بیت دایسبه داریم و بیت N به LSB و بیت 1 به MSB است.

اینکه به حساب می آید به هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.

بیت N به V_{REF} و 0 وصل می شود و در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.

در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.



نکته: در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.

در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند. اگر $b_i = 1$ ، S_i بسته می شود و C_i به V_{REF} وصل می شود. اگر $b_i = 0$ ، S_i باز می ماند و C_i به 0 وصل می شود.

اگر $b_{N-1} = 0$ ، S_{N-1} باز می ماند و C_{N-1} به 0 وصل می شود. اگر $b_{N-1} = 1$ ، S_{N-1} بسته می شود و C_{N-1} به V_{REF} وصل می شود.

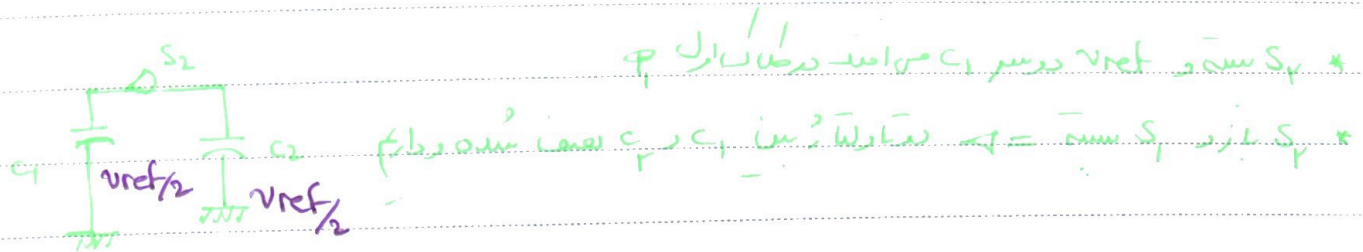
اگر $b_{N-1} = 0$ ، $V_{C1} = 0$
اگر $b_{N-1} = 1$ ، $V_{C1} = V_{REF}$

برای هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند. در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.

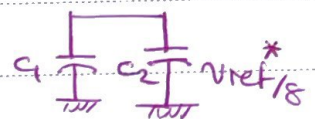
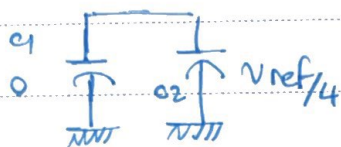
Φ_1 Φ_2

در هر بیت i یک C_i داریم و این C_i ها به V_{REF} و 0 وصل می شوند.

برای مثال داریم: $\frac{C_1}{C_2} = 1$ است و ولتاژ خروجی C_1 را صفر می‌کنیم



* حرکت سیمای یک مرحله $\rightarrow S_2$ بسته و S_1 باز $\rightarrow V_{C1} = 0$ در S_1 بسته شده و $V_{ref}/2$ باز می‌ماند

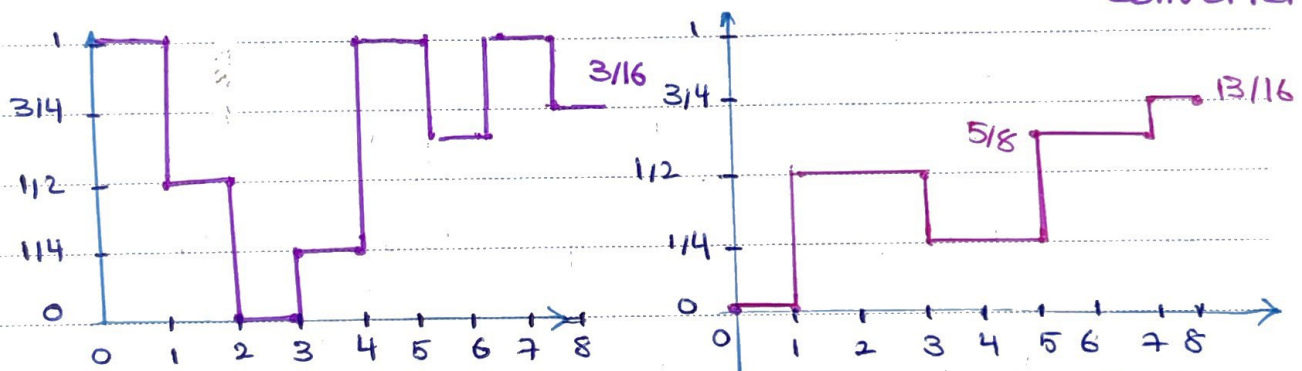


Example 8 operation of the serial, charge Redistribution Digital-

Analog

Converter

1101



مثال 8

1) S_4 close, $V_{C2} = 0$

2) $b_3 = 1$, S_2 close, $V_{C1} = V_{ref}$

3) S_1 close, $V_{C1} = V_{C2} = 0.5 V_{ref}$

4) $b_2 = 0$, S_3 close, $V_{C1} = 0V$

5) S_1 close, $C_1 = C_2 = 0.25 V_{ref}$

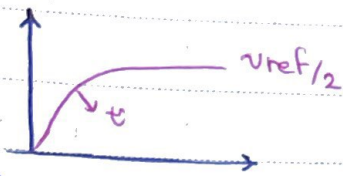
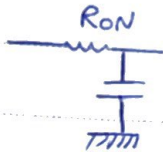
6) $b_1 = 1$, S_2 close, $V_{C1} = V_{ref}$

7) S_1 close, $C_1, C_2 = (1 + 0.25) / 2 V_{ref} = 0.625 V_{ref}$

8) $b_0 = 1$, S_2 close, $V_{C1} = V_{ref}$

9) S_1 close, $C_1 = C_2 = \frac{(0.625 + 1)}{2} V_{ref}$
 $= 0.8125 V_{ref} = 13/16 V_{ref}$

مقاومت S_1 باز می ماند

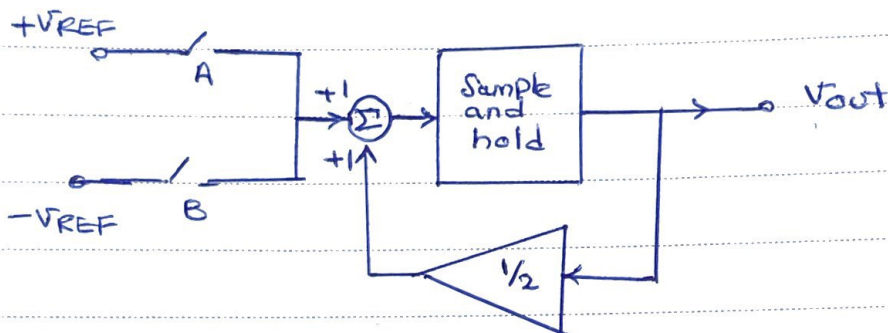


این مقدار * مقاومت سوئیچ ها
در یک مدار $C-R$ داریم که ثابت زمانی دارد
 $\tau = R_{on} C_1$ زمانیکه می توانیم ولتاژ به v_{ref} می رسد C_1 در C_2
ولتاژ میان $Share$ می شود این کار را می توانیم زمانه می شود

دستار 50 برای ما کافی نیست یعنی $0.999 v_{ref}$ اما در این جا باید مدتی

70 پریم $e^{-7} \approx 0.999 v_{ref}$ باشد یعنی R_{on} را باید زیاد کنیم و ولتاژ به v_{ref} می رسد
مصاب خودش را در خروجی می بینیم علی الخصوص زمانه τ را می بینیم و این کار را می توانیم
و این کار را می توانیم در نظر بگیریم

Algorithmic (Iterative) DAC



$$V_{out}(2) = \frac{b_2 - 1 V_{REF}}{1 - 0.52^{-1}}$$

$$v_{ref} = 0; N = 4; v_{ref} = 16$$

$$1) A \text{ close when } i=1 \quad v_{01} = v_{ref} = 16; \quad v_{0(2+1)} = 16 + 16/2 = 24; \quad v_{03} = 0 + 24/2 = 12$$

$$B \text{ " " " } i=0 \quad v_{04} = 16 + 12/2 = 22$$

2) MSB, LSB

Digital input = 10011

2 ال

$$b_4 = 1 \quad st1: v_{01} = 0/2 + v_{ref} = v_{ref}$$

$$b_3 = 1 \quad st2: v_{02} = v_{ref}/2 + v_{ref} = 1.5 v_{ref}$$

$$b_2 = 0 \quad st3: v_{03} = \frac{1.5 v_{ref}}{2} + 0 = 3/4 v_{ref}$$

$$b_1 = 0 \quad st4: v_{04} = 3/4 \times 1/2 v_{ref} = 3/8 v_{ref}$$

$$b_0 = 1 \quad st5: v_{05} = 3/8 \times 1/2 v_{ref} + v_{ref} = 19/16 v_{ref}$$

$$\text{Final Stage: } 1/2 \times 19/16 = 19/32 v_{ref}$$

$$10011 = 16 + 2 + 1 = 19 \rightarrow v_{out} = 19/32 v_{ref}$$

Subject

Date

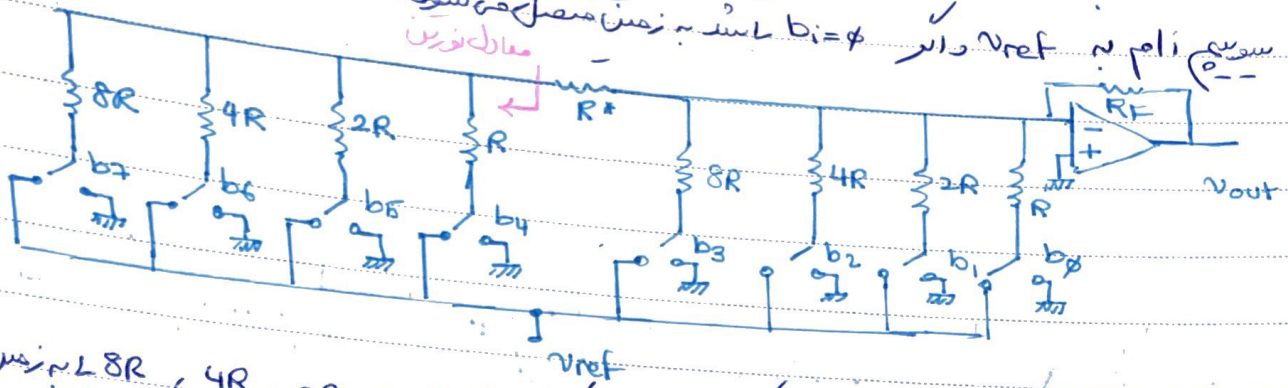
Summary of Serial DACs

Serial DAC	Advantage	Disadvantages
Serial, charge Redistribution	Simple minimum area	Slow, requires complex external circuitry, precise capacitor ratios
Serial, algorithmic	Simple minimum area	Slow, requires complex external circuitry, precise capacitor ratios

SUMMARY OF THE PERFORMANCE OF DIGITAL-ANALOG CONVERTERS

DAC	Figure	Primary Advantage	Primary Disadvantage
Current-scaling, binary weighted resistors	10.2-3	Fast, insensitive to parasitic capacitance	Large element spread, nonmonotonic
Current-scaling, R-2R ladder	10.2-4	Small element spread, increased accuracy	Nonmonotonic, limited to resistor accuracy
Current-scaling, active devices	10.2-5	Fast, insensitive to switch parasitics	Large element spread, large area
Voltage-scaling	10.2-7	Monotonic, equal resistors	Large area, sensitive to parasitic capacitance
Charge-scaling, binary weighted capacitors	10.2-10	Best accuracy	Large area, sensitive to parasitic capacitance
Binary weighted, charge amplifier	10.2-12	Best accuracy, fast	Large element spread, large area
Current-scaling subDACs using current division	10.3-3	Minimizes area, reduces element spread which enhances accuracy	Sensitive to parasitic capacitance, divider must have $-0.5LSB$ accuracy
Charge-scaling subDACs using charge division	10.3-4	Minimizes area, reduces element spread which enhances accuracy	Sensitive to parasitic capacitance, slower, divider must have $-0.5LSB$ accuracy
Binary weighted charge amplifier subDACs	10.3-6	Fast, minimizes area, reduces element spread which enhances accuracy	Requires more op amps, divider must have $-0.5LSB$ accuracy
Voltage-scaling (M/SBs), charge-scaling (L/SBs)	10.3-7	Monotonic in M/SBs , minimum area, reduced element spread	Must trim or calibrate resistors for absolute accuracy
Charge-scaling (M/SBs), voltage-scaling (L/SBs)	10.3-8	Monotonic in L/SBs , minimum area, reduced element spread	Must trim or calibrate resistors for absolute accuracy
Serial, charge redistribution	10.4-1	Simple, minimum area	Slow, requires complex external circuits
Pipeline, algorithmic	10.4-3	Repeated blocks, output at each clock after N clocks	Large area for large number of bits
Serial, iterative algorithmic	10.4-4	Simple, one precise set of components	Slow, requires additional logic circuitry

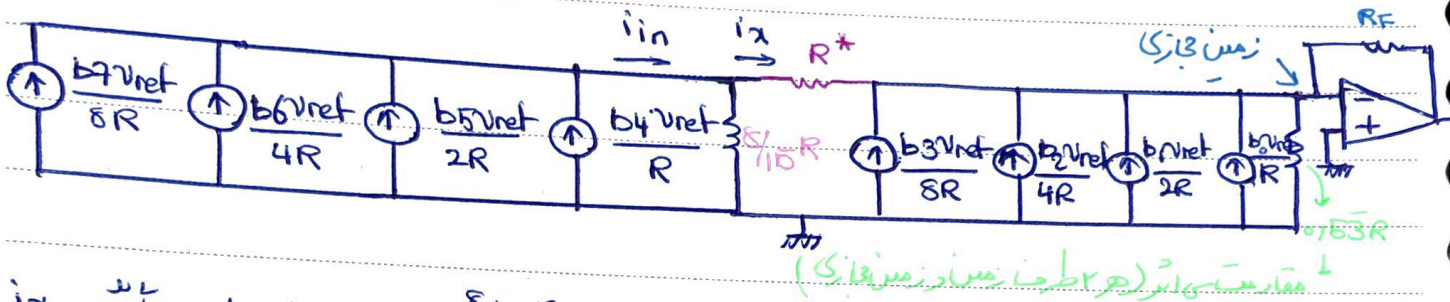
مثال در مدل A → D هست به ترتیب مقادیر R^* برای عمل در جمع مدار را می بینیم (اگر $b_i = 1$ باشد)
 سیستم ولتاژ V_{ref} دارد $b_i = 0$ باشد به زمین متصل می شود
 معادل نویسی



حل 5 معادل نویسی از سمت چپ به سمت راست به مقدارهای $R, 2R, 4R, 8R$ به زمین متصل
 معادل را به V_{ref}

$$R_N = R \parallel 2R \parallel 4R \parallel 8R$$

$$R_N = \frac{1}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} + \frac{1}{8R}} = R \frac{1}{1 + 0.5 + 0.25 + 0.125} = \frac{8}{15} R$$



$$i_x = \frac{1}{16} i_{in} \rightarrow \frac{8/15 R}{R^* + 8/15 R} = \frac{1}{16} \rightarrow R^* = 8R \quad \frac{1}{0.1875} = \frac{8}{15}$$

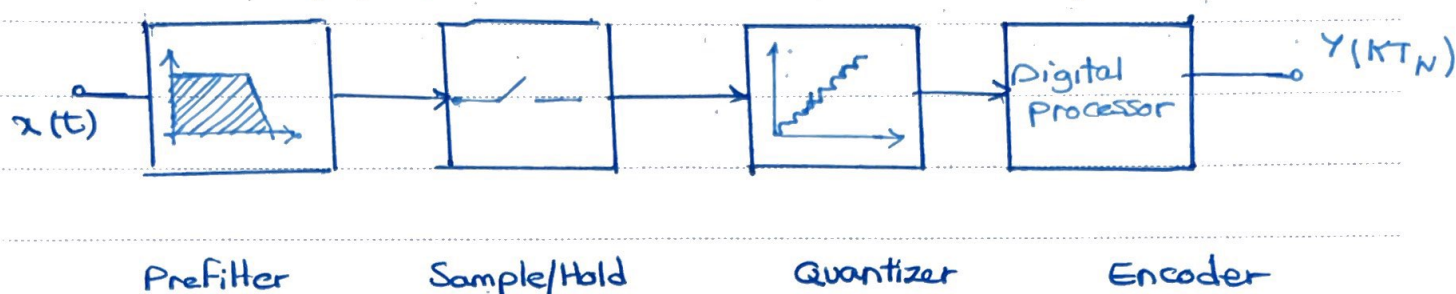
$$V_o = -V_{ref} \frac{R_F}{R} \left[b_0 + b_1 \frac{1}{2} + b_2 \frac{1}{4} + b_3 \frac{1}{8} + b_4 \frac{1}{16} + b_5 \frac{1}{32} + b_6 \frac{1}{64} + b_7 \frac{1}{128} \right] =$$

$$-2V_{ref} \frac{R_F}{R} \left[b_0 \frac{1}{2} + b_1 \frac{1}{4} + \dots + b_6 \frac{1}{128} + b_7 \frac{1}{256} \right]$$

Analog to Digital Converter ADC

در ورودی سیستم می خواهیم آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کنیم.

General Block Diagram of an Analog-Digital Converter



در بلوک دیگر می توانیم ابتدا به یک فیلتر گذر بالا میزنیم و بعد از آن به یک نمونه بردار میزنیم و بعد از آن به یک کوانتایزر میزنیم و بعد از آن به یک کدگذار میزنیم.

باید حداقل 2 برابر فرکانس باشد

از آنجایی که سیگنال ما هرگز در یک لحظه از یک مقدار عبور نمی کند، به یک Sample & hold احتیاج داریم. به سیگنال ما در یک لحظه نگاه می کنیم و آن را نگه می داریم. سپس به یک کدگذار میزنیم و آن را به دیجیتال تبدیل می کنیم.

Nyquist Frequency, Analog-Digital Converters:

اگر سیگنال آنالوگ ورودی ما به فرکانس f_B داشته باشیم و می خواهیم آن را به دیجیتال تبدیل کنیم، باید فرکانس نمونه برداری ما حداقل 2 برابر f_B باشد.

در f_s و $2f_s$ می توانیم در ضرب کنیم. اگر f_s را 2 برابر f_B کنیم، می توانیم f_B را 2 برابر f_s کنیم.

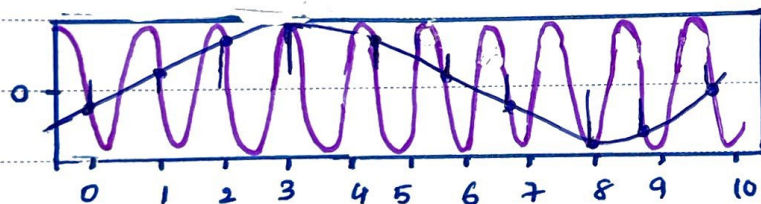
پس می توانیم در یک لحظه از f_s داریم و از f_B که می خواهیم به f_s تبدیل کنیم، باید f_s را 2 برابر f_B کنیم.

Fig. 10.5-2

Fig. 10.5-2

~ Aliasing ~

۱. مشکل در اندازه بردار سیگنال **نفس** را می توانیم نمونه بردار کنیم اگر فرکانس نمونه بردار را f_s و فرکانس سیگنال را f_c داشته باشیم و $f_s > 2f_c$ باشد و ما نقاط f_s را نمونه بردار کنیم معلوم است این سیگنال را می توانیم از آن 10Hz و 1Hz را هم



Subject

Date

~ Sampling ~

* Sampling rate depends on clock frequency

* Use Nyquist Criterion

* Increasing sampling rate increases accuracy of conversion

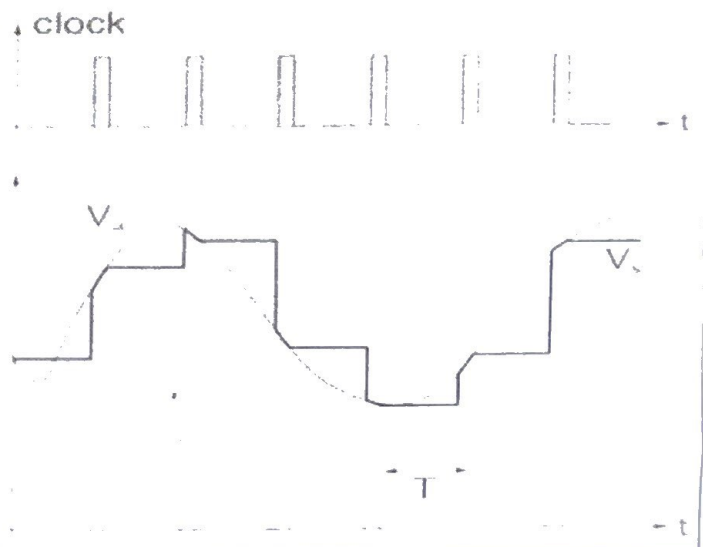
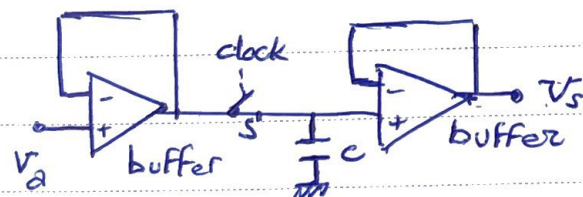
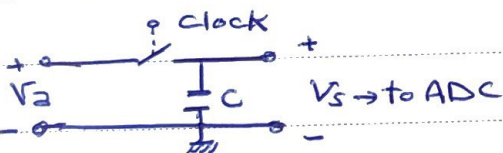
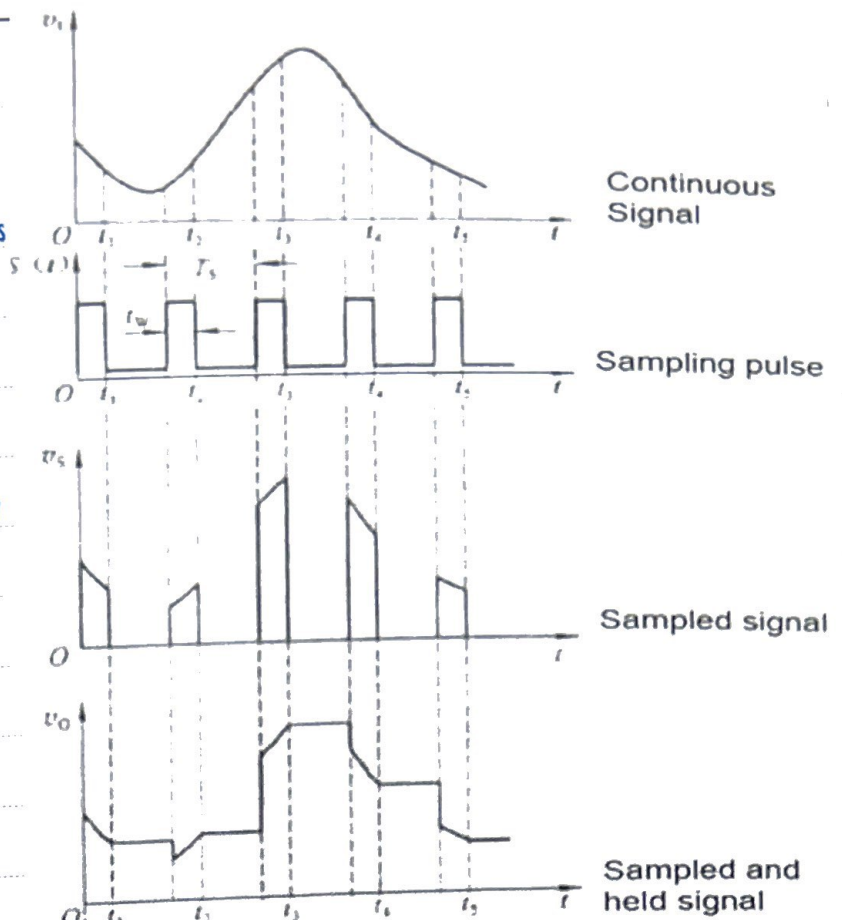
* Possibility of aliasing

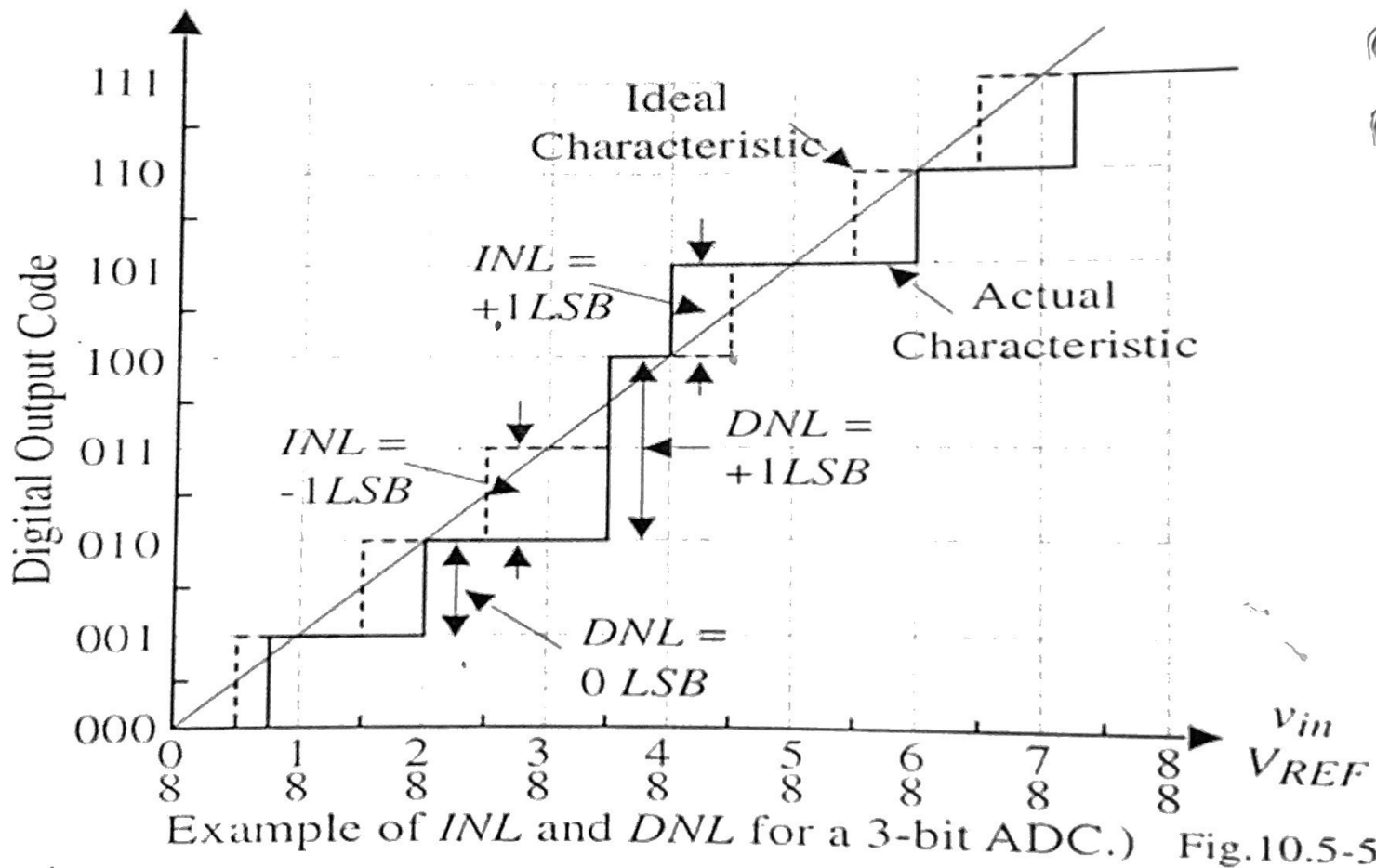
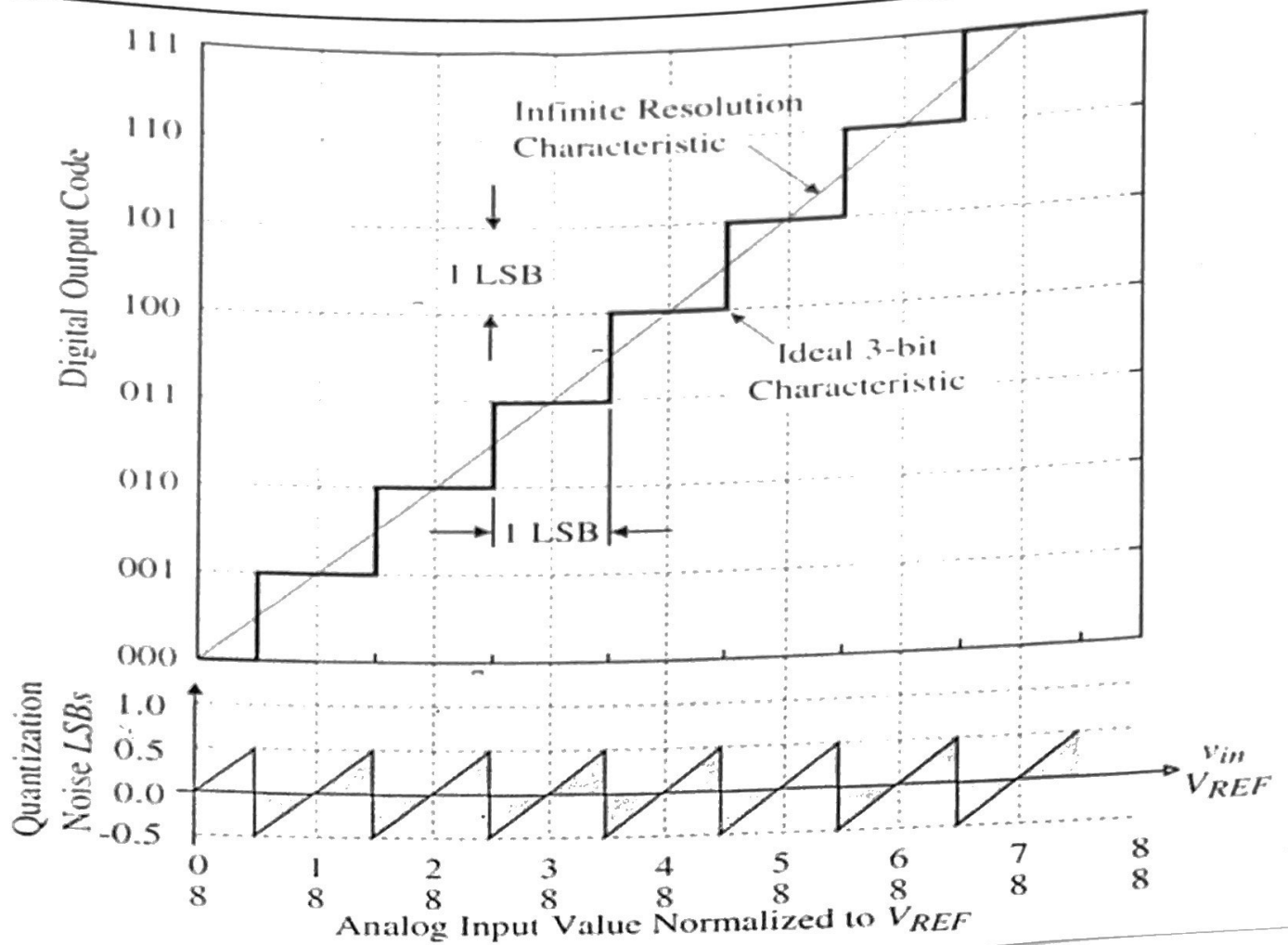
Sampling Signal: T_w

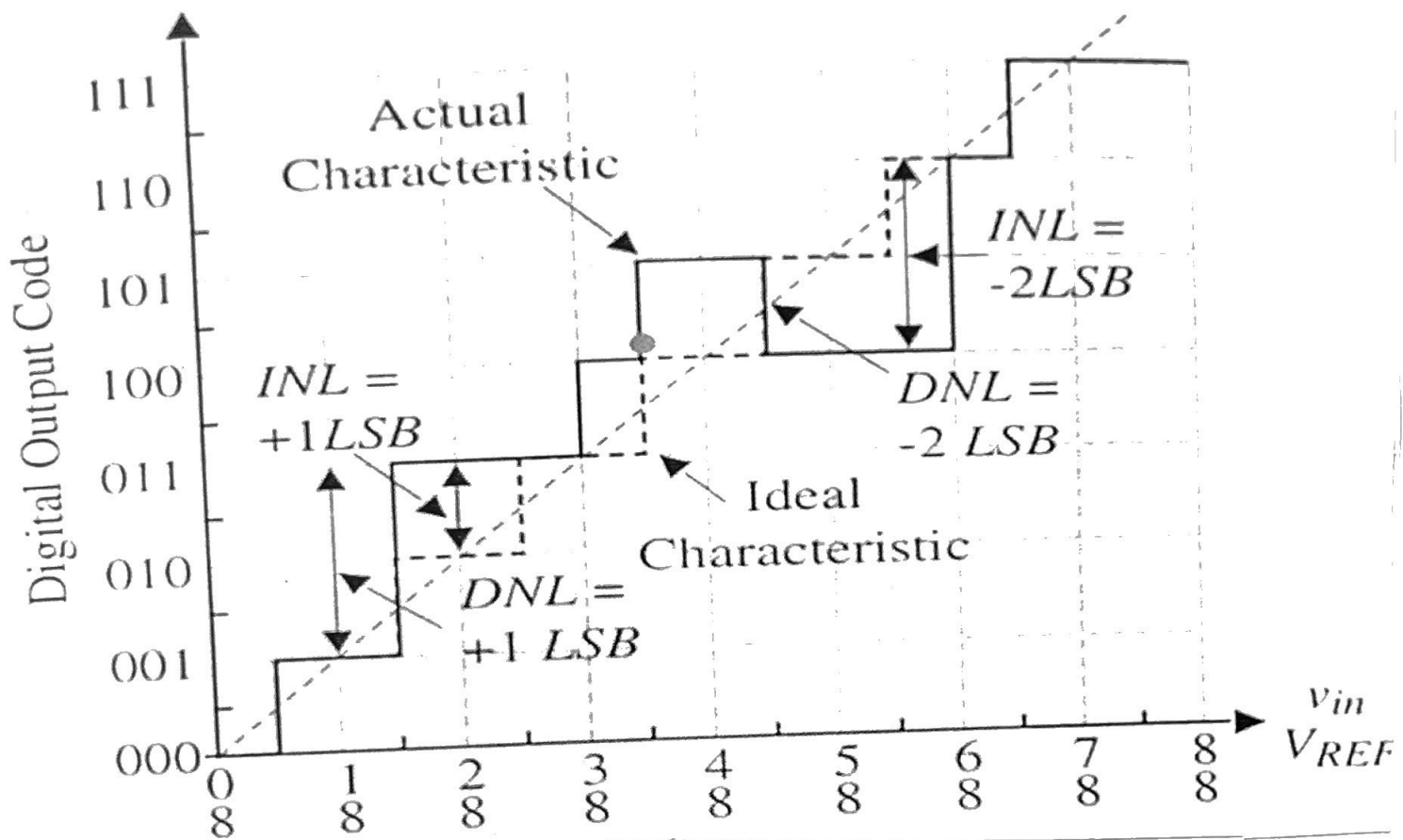
Sampling Period: $T_s = \frac{1}{f_s}$

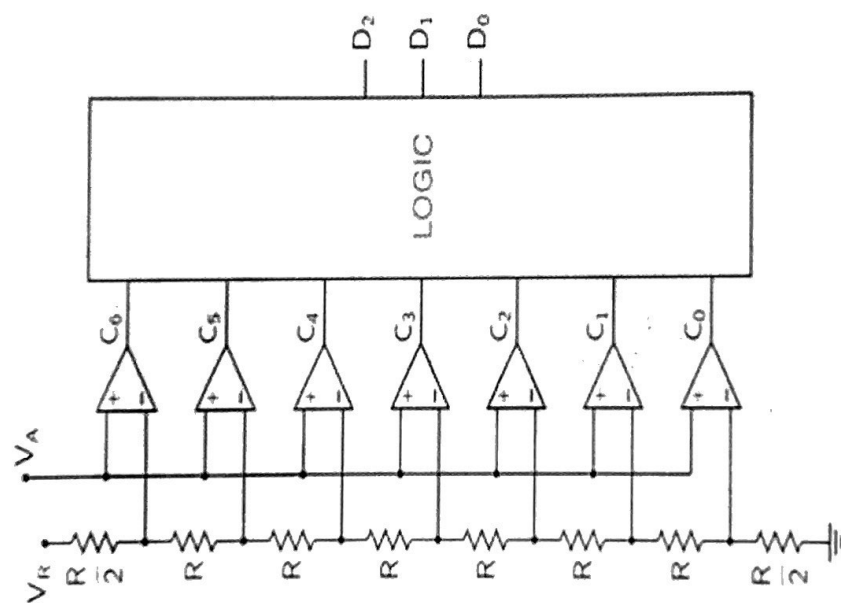
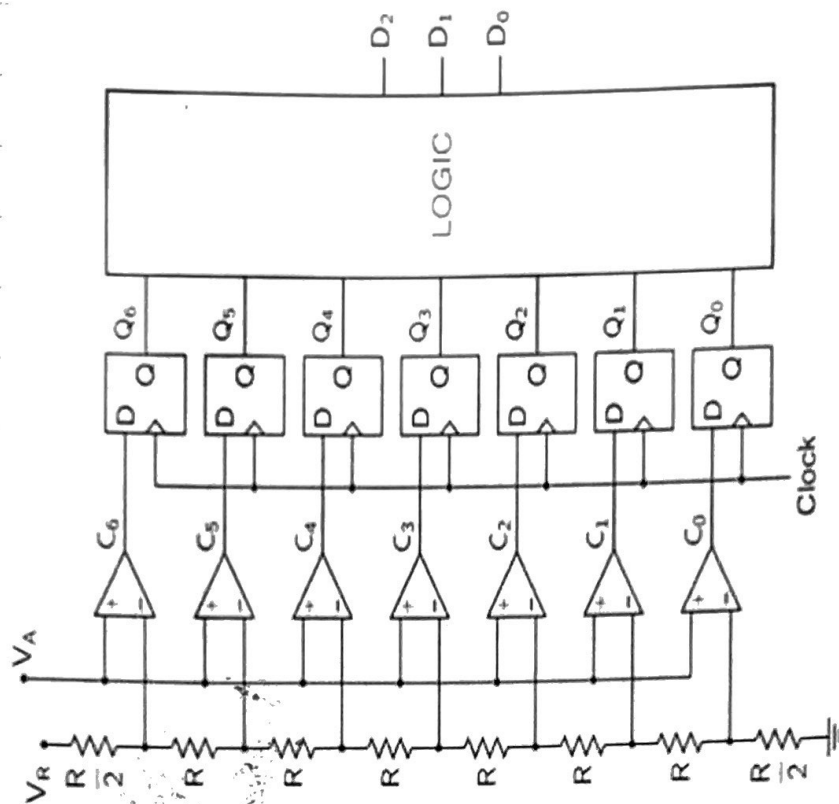
Nyquist criterion: $f_s \geq 2 \times f_{max}$ Sample & hold

برای اینکه ورودی در خروجی خوب باشد دوتا بافر هم در ورودی و خروجی قرار دادیم
زمانیکه clock به پهنای V_a (یا input) می‌رسد پس زمانیکه پهنای V_a است $V_o = V_i$
و زمانیکه به پهنای hold می‌رسد و سوییچ می‌تواند یک NMOS ترانزیستور باشد



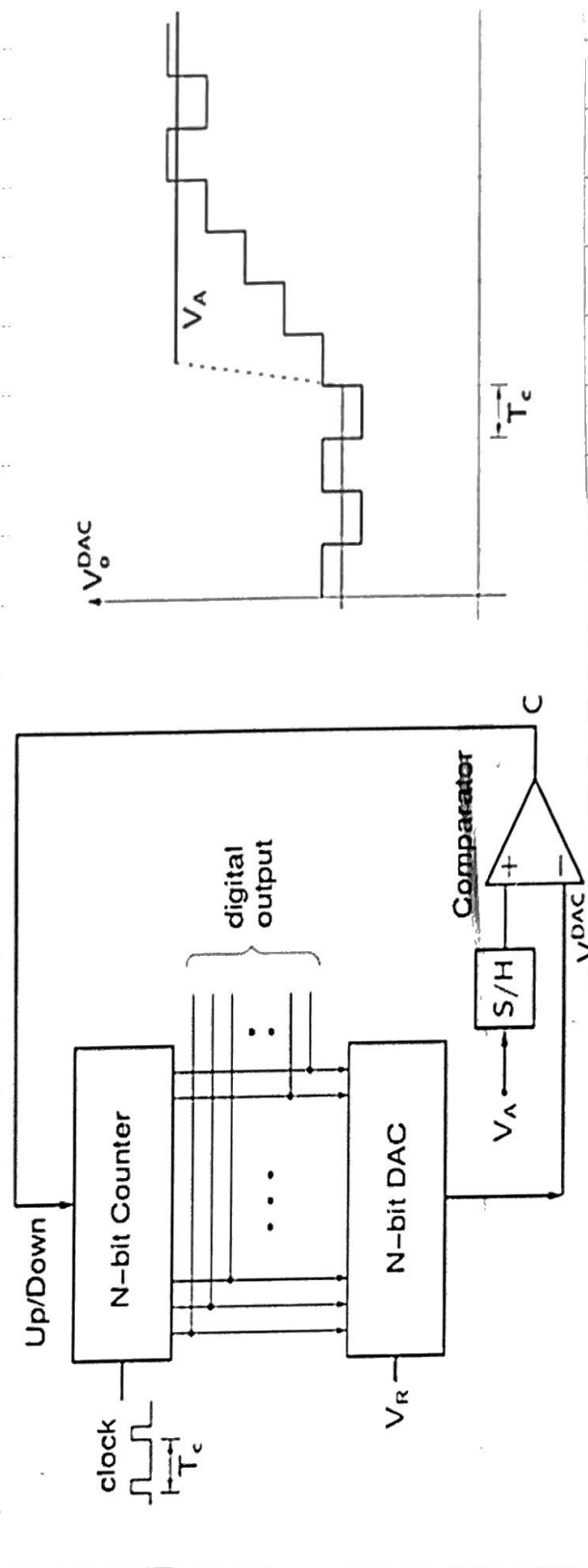






Subject

Date

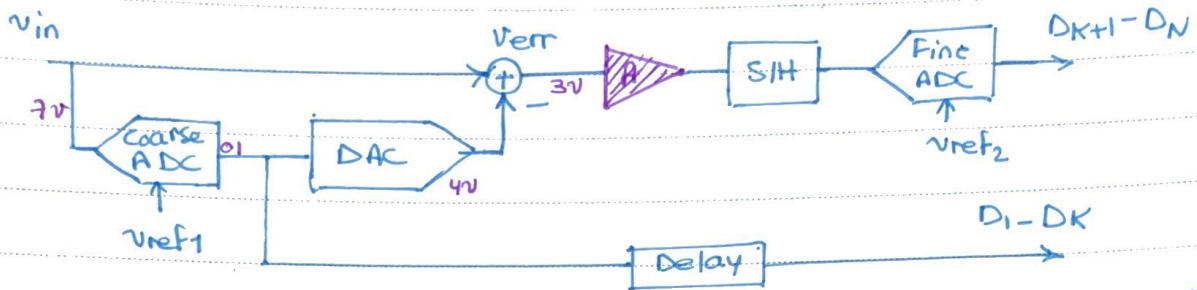


جلسه ۸۲۷ حبله انانولک به دیکمال دورکما آف سس، دوسیم، توفیک آف سس (ADC)

استادک جلسه مریکسر Flash ADC

Subranging ADC

اصول طرح و ولتاژ ورودی دارد یک ADC می شود به یک سری سیاهای با ۸ بیت اولی باشد
coarse ADC کاست اول و Fine ADC کاست دوم را به ما می دهد. سپس عددیست که در coarse
را به DAC می دهیم یک ولتاژ را به ما می دهد به آن را از v_{in} کم می کنیم و v_{error} ما مشخص
می شود و آن را به Fine ADC می دهیم و کاست دیگری را بدست می آوریم.



مثال ۱
2 bit + 2 bit

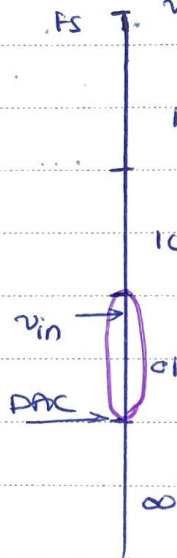
در شکل زیر ADC طرحی کاستی فرض شده ۲۲ کاستی
 $v_{err} = 3V \Rightarrow$ به بین ۲ می دهد $\rightarrow$ به بین من دهد ۰۱ $\Rightarrow v_{in} = 7V$ و $v_{ref} = 16V$

می توانیم $A=1$ فرض کنیم و v_{ref} را به ۴ تغییر می کنیم $\leftarrow$ دوست دیگری ۱۱ است

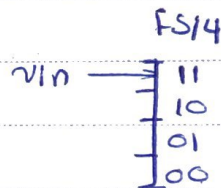
$$3 \times 4 = 12 \leftarrow v_{ref} = 16 \leftarrow A = 2^2 = 4$$

FS			
15/16 R	11	11	(15)
14/16 R	11	10	(14)
13/16 R	11	01	(13)
12/16 R	11	00	(12)
3/4 R	10	11	(11)
11/16 R	10	10	(10)
10/16 R	10	01	(9)
9/16 R	10	00	(8)
7/4 R	01	11	(7)
7/16 R	01	10	(6)
6/16 R	01	01	(5)
5/16 R	01	00	(4)
1/4 R	00	11	(3)
3/16 R	00	10	(2)
2/16 R	00	01	(1)
1/16 R	00	00	(0)

$7 = v_{in}$



01 11 $\leftarrow$ کاست ۱۱

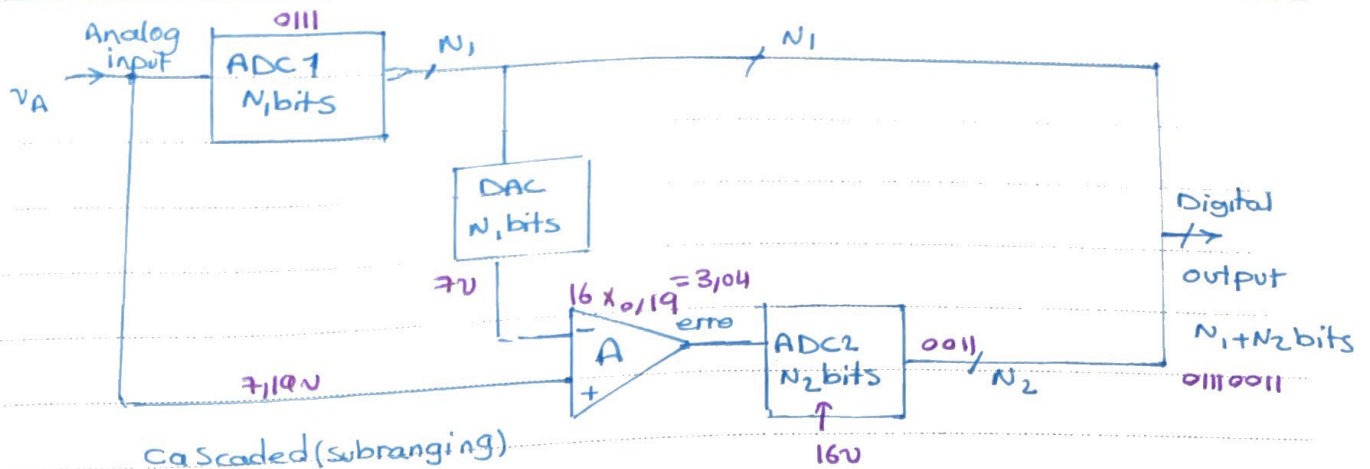


a) $v_{ref2} = 1/4$

b) $A(v_{01} - 1/4); v_{ref2} = v_i$

Subject

Date

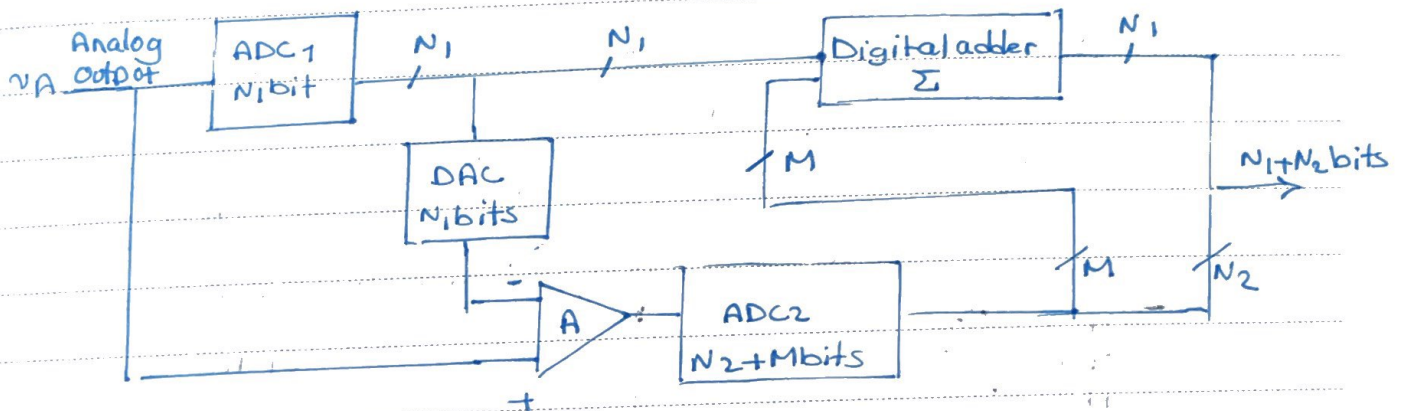


Cascaded (subranging)

Parallel comparator (ADC).

مثال - $v_{in} = 7.19V$, $v_{ref} = 16V \Rightarrow 16 \times 0.19 = 3.04$ → حاصل درستی با ۱۰

! نکته: در مقایسه عرضی DAC باید علی رغم اینکه N_1 bit است، همیشه باید در حد 2^N باشد. $\frac{1}{256}$ ام باشد تا بتوانیم روی آن حساب ببرد. اصلاح شده



Subranging ADC with M-bit error correction

در مثال مادی N_1 bit باید به 2^M و N_2 bit باید به 2^{N_2+M} و اینها را باید در جمع حساب کرد.

SERIAL ANALOG-DIGITAL CONVERTERS

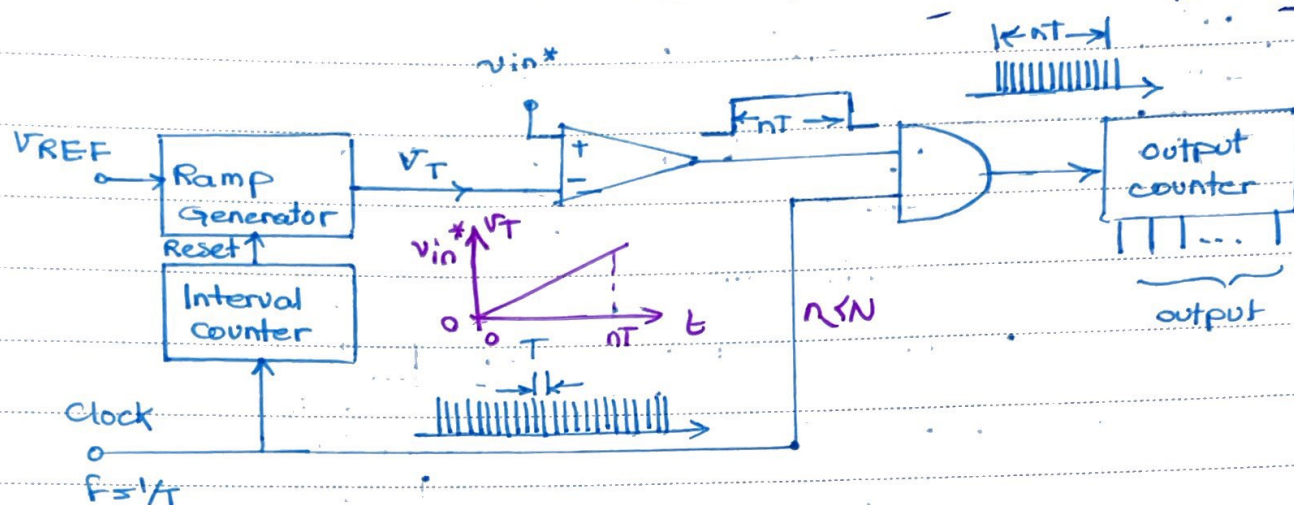
روش Single-Slope

در این روش یک رلهی سازیم که از ولتاژ v_{in} و v_{ref} می‌رسد در زمان $k \cdot T_{clock}$

ولتاژ ورودی را با Ramp مقایسه می‌کنیم تا زمانیکه ولتاژ ورودی از ولتاژ v_{ref} بیشتر است خروجی op-amp یک

من باشد و and طول هار می‌شمارد و اگر ولتاژ ورودی کمتر از ولتاژ v_{ref} می‌شود و پس چون ما این ولتاژ

می‌سازیم خطا کار می‌کنند و روش دیگری می‌تواند باشد و این است



روش Dual-Slope

در این روش v_A ولتاژ ورودی را به یک استراکچر $\frac{1}{RC} \int v_A dt$ وصل می‌کنیم و خروجی $v_0 = -\frac{1}{RC} \int v_A dt$

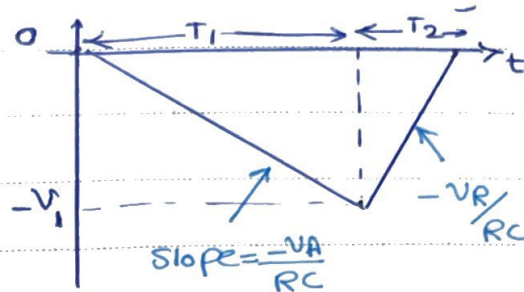
می‌توان گفت $CDU = \frac{v_A T_1}{R}$ و به ولتاژی می‌شود $v_1 = v_A / T_1$ که می‌تواند مقایسه شود

حالت واضح است که همان ولتاژ v_1 حاصل می‌شود و این در حالت تک ولتاژ ورودی است که به v_R وصل

می‌کنیم (در شکل در صفحه بعد) و این v_R یک کانتینر می‌شود (که عدد v_R منفی است) و به سمت 0 می‌رود و از این

$$\frac{v_A}{RC} T_1 = I = \frac{v_R}{R} T_2 \Rightarrow v_A = v_R \frac{T_2}{T_1}$$

The diagram shows an op-amp configured as an integrator. The inverting input (-) is connected to a resistor R and a switch S . The non-inverting input (+) is grounded. A capacitor C is connected between the output and the inverting input. The input voltage v_i is applied to the switch S . The output voltage is v_o . The circuit is labeled with v_A and $-v_B$ at the input, and the output is given by the equation $v_o = -\frac{1}{RC} \int v_i dt$.



$$T_2 = \frac{V_A}{V_R} T_1 \Rightarrow T_1 = 2^N T_{\text{clocks}}$$

$$T_2 = n T_{\text{clock}}, \quad n = \frac{V_A}{V_A/2^N}$$

The diagram illustrates a Dual-Slope ADC circuit. It consists of the following components and connections:

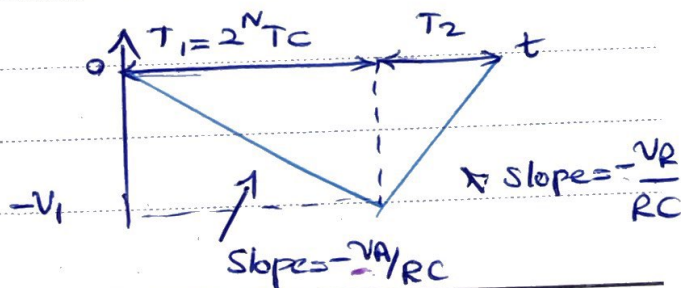
- SPDT Switch:** A Single Pole Double Throw switch that selects between the input voltage V_A and the reference voltage $-V_R$.
- Integrator:** An operational amplifier configured as an integrator. The selected input from the SPDT switch is connected to the inverting input (-) through a resistor R . The feedback path contains a capacitor C . The non-inverting input (+) is grounded. The output of the integrator is V_O .
- Comparator:** An operational amplifier configured as a comparator. The output V_O of the integrator is connected to the inverting input (-). The non-inverting input (+) is grounded. The output of the comparator is connected to one input of an AND gate.
- AND Gate:** The other input of the AND gate is connected to the clock signal. The output of the AND gate is the Time Complete (TC) signal.
- N-bit Counter:** A counter that receives the clock signal. It has an overflow output and a clock input. The outputs of the counter are the digital output of the ADC.

1) وصل V_A $\Rightarrow$ فرضی $\Rightarrow$ Counter $\Rightarrow$ overflow بعد 2^N افزایش مدار

$\Rightarrow$ position B $\rightarrow T_1 = 2^N T_C$

Stop $\Rightarrow$ $\leq$ ۲۰۰ هزار $\Rightarrow$ شمارنده Counter ۲۰,۰۰۰
صفر $\Rightarrow$ شروع به شمارش می‌کند

3) در فرآیند بازگشت به حالت اولیه T_2



Successive Approximation ADC

ADC تقریبی

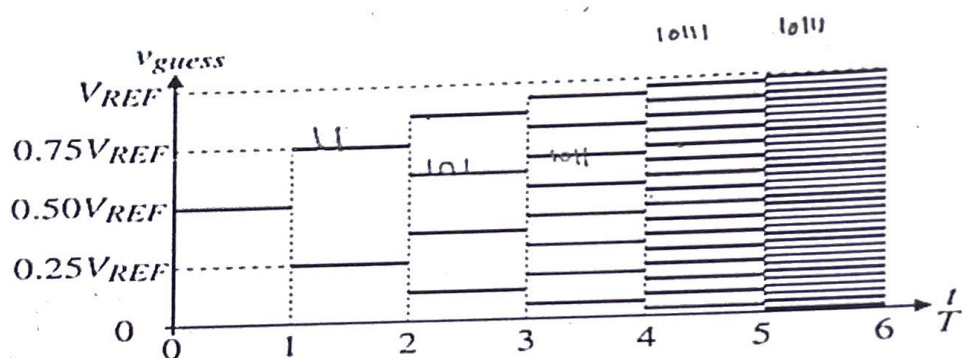
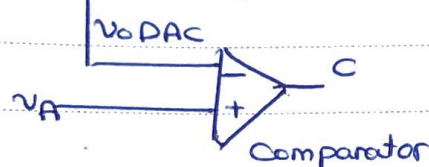
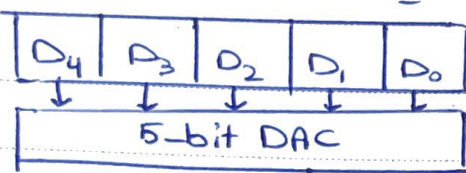
MSB
= 10000

$$10000 \rightarrow \text{DAC} \rightarrow v_{out} = \frac{v_{ref}}{2}$$

if $v_A > v_{ref}/2 \Rightarrow$ بیت اول درست است
انتخاب شد

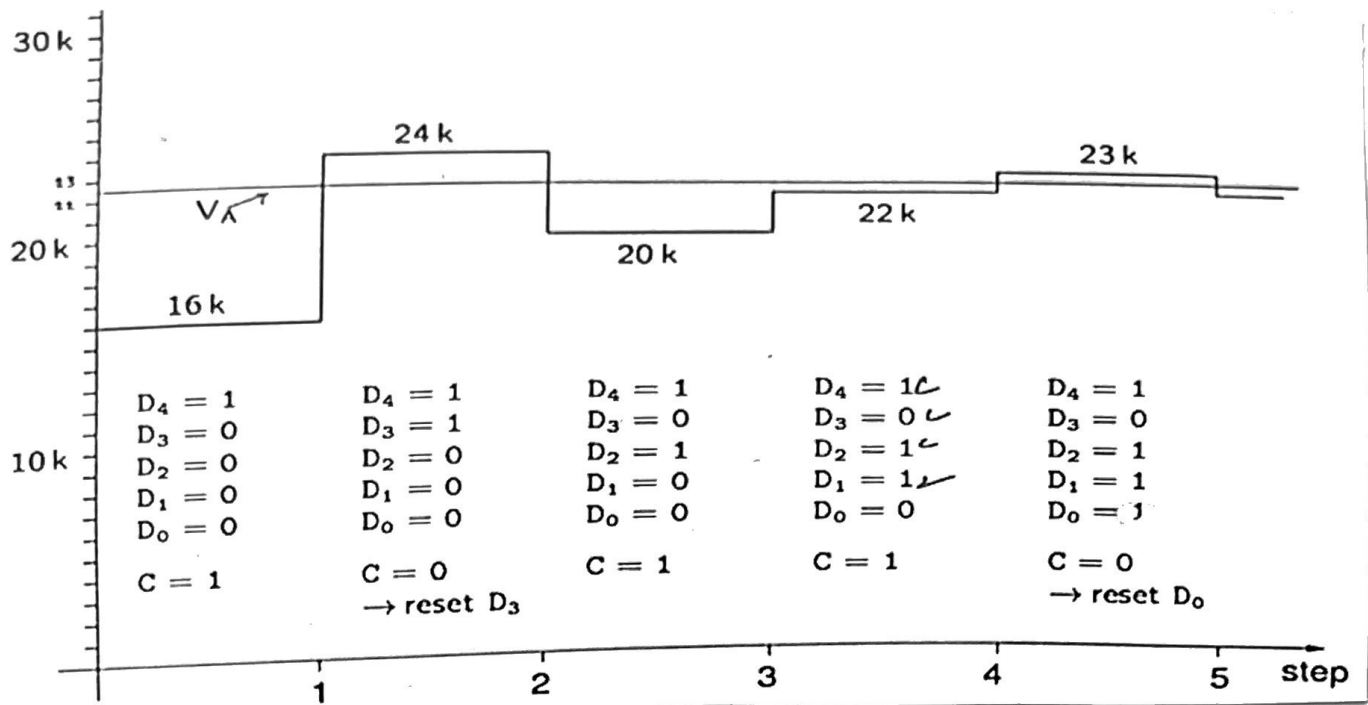
if $v_A < v_{ref}/2 \Rightarrow$ $\hat{\sim}$ بیت اول اشتباه است
در صفر درود

معادله بیت اول که مطمئن شدیم حاصله از دایم بیت اول یک بزرگ است. اگر اشتباه می‌شود و یا دایم درود می‌شود به همین ترتیب
بیت آخر



Subject

Date



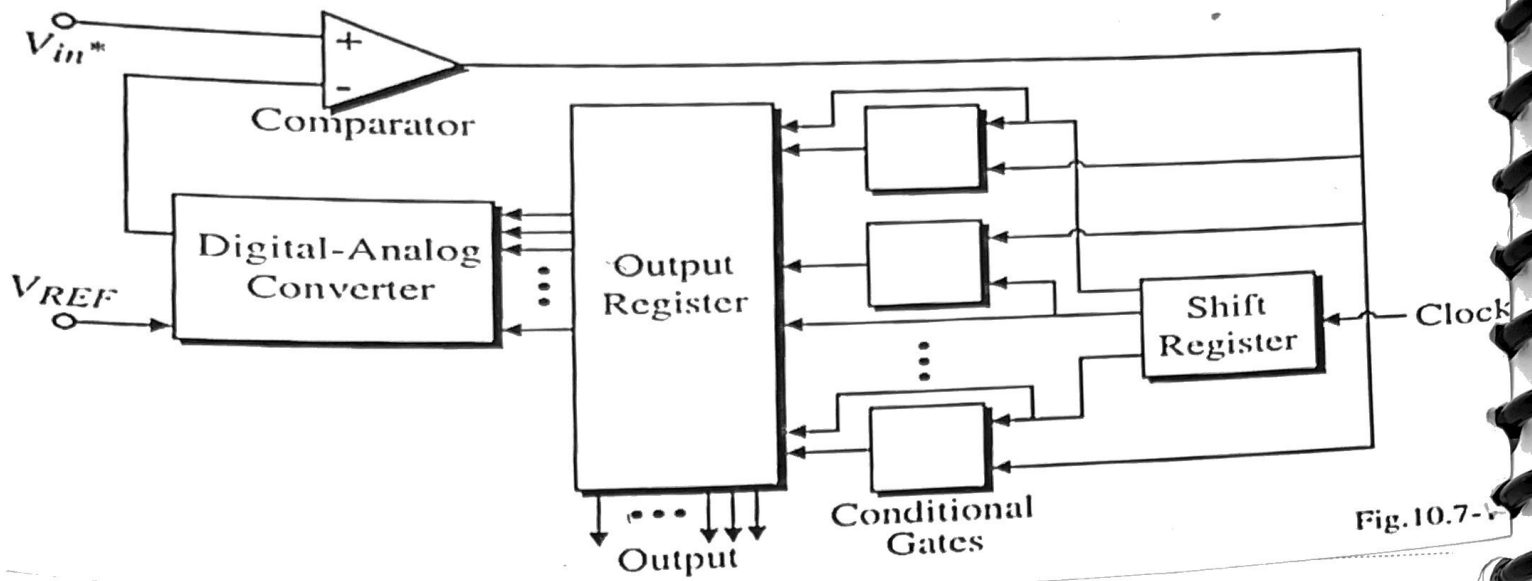
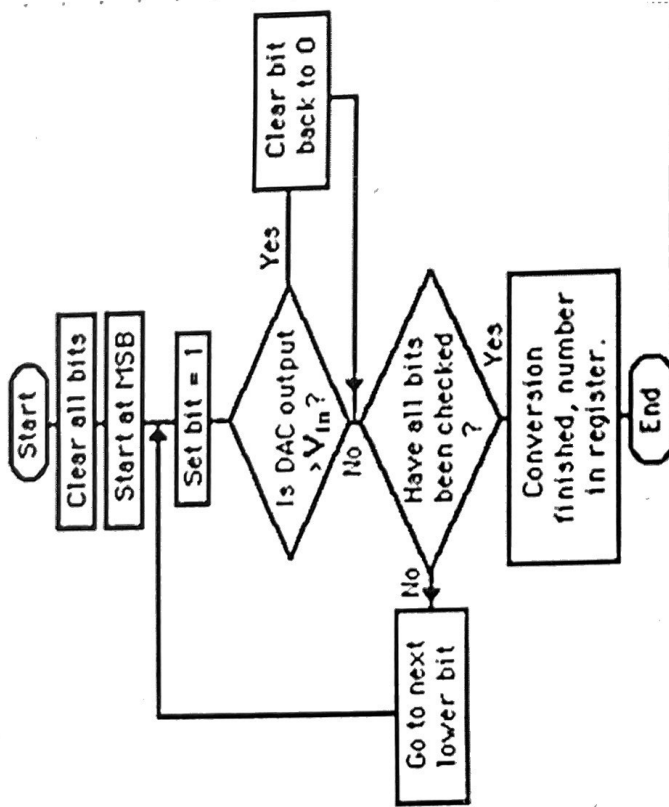
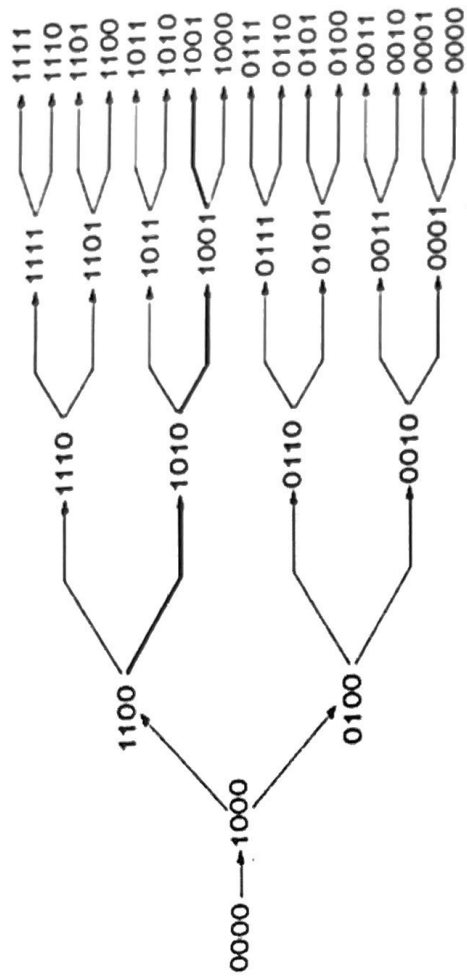


Fig.10.7-v

Subject

Date



A Successive Approximation ADC Using a Serial DAC

Implementation:

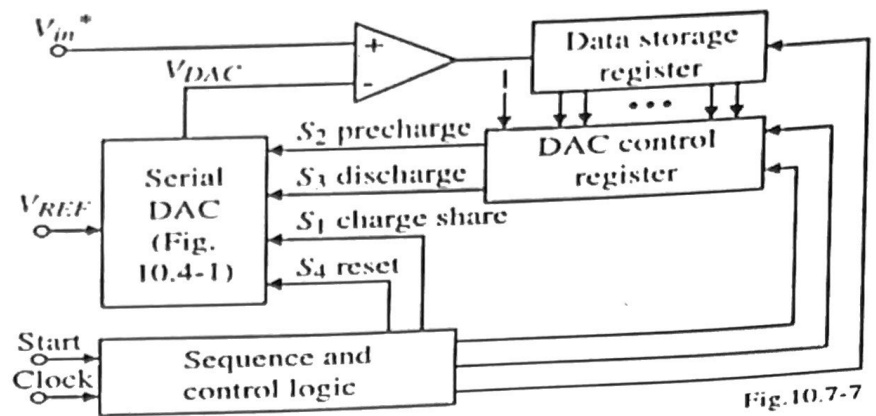


Fig.10.7-7

Conversion Sequence:

Digital-analog Conversion Number	Digital-analog Input Word						Comparat or Output	Number of Charging Steps
	d_1	d_2	d_3	...	d_{N-1}	d_N		
1	1						a_N	2
2	1	a_N					a_{N-1}	4
3	1	a_{N-1}	a_N	d_1			a_{N-2}	6
...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	1	a_2	a_3	...	a_{N-1}	a_N	a_1	$2N$

Total number of charging steps = $N(N+1)$.

A Successive Approximation ADC Using a Serial DAC - Continued

Example:

Analog input is $13/16$.

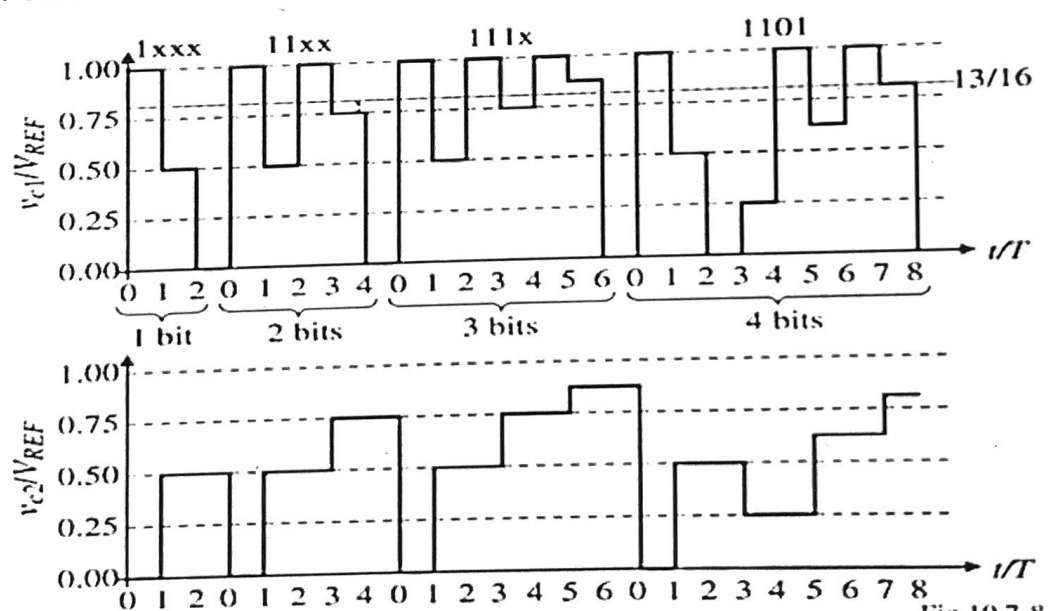


Fig.10.7-8

Digital word out is $b_0 = 1$, $b_1 = 1$, $b_2 = 0$, and $b_3 = 1$.