

: Operational Amplifier

OP-amp

تقویت کننده عملیاتی

در یک آپ امپ ایده‌آل داریم

$A: \infty$ (1)

(2) مقاومت دوسر - و آن ∞ است

(جریانی وجود ندارد)

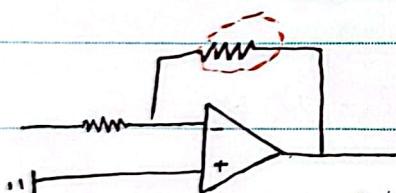
* این الگان بنابراین ساختار داخلی است

ستف و لکف ولتاژ دارد

این الگان در واقع یک مقایسه کننده است، اگر V_+ به اندازه‌ی V_- از V_- بزرگتر باشد، خروجی

V_{max} است و اگر V_+ به اندازه‌ی V_- از V_- بزرگتر باشد، خروجی V_{min} خواهد بود

feedback ⊖

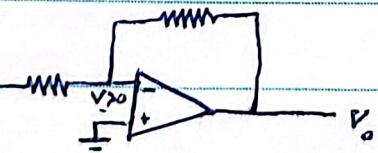


استفاده از OP-amp با قابلیت‌های مختلف

۱) دعا: ولتاژ مثبت و منفی با حفظ مقاومت تیپک برابر است

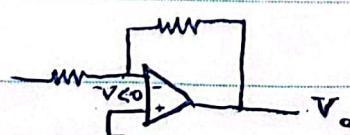
برهان: فرض کنیم برابر نیستند

۱) $V_- > 0$:



$V_0 = V_{min} \rightarrow V_- \text{ بسته است} \rightarrow V_- \text{ کاهش}$

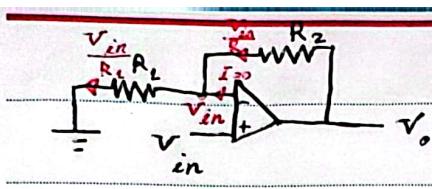
۲) $V_- < 0$:



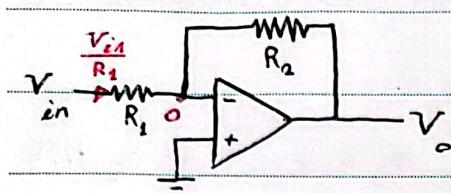
$V_0 = V_{max}$

$\rightarrow V_- \text{ بسته است}$

اندازه‌ی V_-



مثال: $V_o = V_{in} + \frac{V_{in} \times R_2}{R_1} = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$



$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

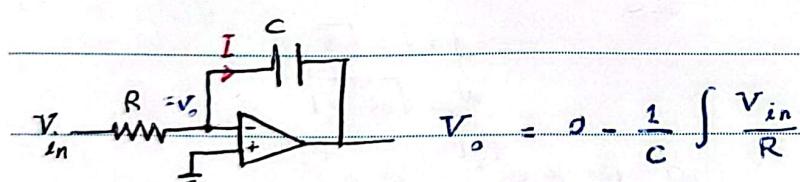
* اگر هر آبِ امپ فیدبک مثبت بدهیم $V_+ = V_-$ را ازدست دهیم

می دهد زیرا در صورت نایاب بودن آنها، این فیدبک آنها را از برابری دور می کند.

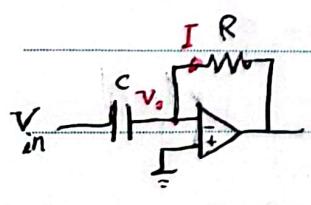
فیدبک مثبت \rightarrow نایاب

استثناء: وقتی هر دو فیدبک وجود داشته باشد

فیدبک منفی \rightarrow نایاب



$$V_o = -\frac{1}{RC} \int \frac{V_{in}}{R}$$



$$V_o = -RC \frac{dV_{in}}{dt}$$

Subject :

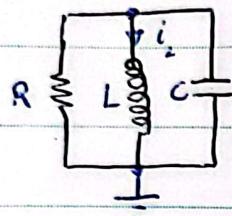
Year :

Month :

Date :

مرتبه مدار: به تعداد عصرهای ذخیره سازی که ساده نمی شود در یک مدار، مرتبه این مدار معلوم

در این درس نقطه تابعی مدارهای مرتبه ۲ را بررسی می کنیم A



$$\text{KCL: } i_R + i_L + i_C = 0$$

$$\frac{L}{R} \frac{di_L}{dt} + i_L + C_L \frac{d^2 i_L}{dt^2} = 0$$

نیازمند حل این معادله دیفرانسیل

$$\frac{d^2 i_L}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{di_L}{dt} + \frac{1}{LC} i_L = 0$$

در مرتبه سنتگ، معنید P نمایند مقدار مثبت
توان منگید

$$P^2 + \left(\frac{1}{RC} \right) P + \left(\frac{1}{LC} \right) = 0$$

$$2\alpha$$

$$\omega_0^2$$

$$\alpha = \frac{1}{2RC}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$P = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

$$P = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

$$\alpha$$

$$\omega_0$$

$$j = i = \sqrt{-1}$$

- ① $\alpha > \omega_0 \rightarrow$ دو جواب منفی
- ② $\alpha = \omega_0 \rightarrow$ جواب مساوی
- ③ $\alpha < \omega_0 \rightarrow$ اعدام مختلط
- ④ $\alpha = 0 \rightarrow \pm j\omega_0$

$$\omega_d = \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

$$i_L = k_1 e^{P_1 t} + k_2 e^{P_2 t}$$

$$i_L = k_1 e^{\alpha t} + k_2 (t) e^{\alpha t}$$

$$i_L = k'_1 e^{-\alpha t} \cos \omega_d t + k'_2 e^{-\alpha t} \sin \omega_d t$$

$$i_L = k_1 \cos \omega_d t + k_2 \sin \omega_d t$$

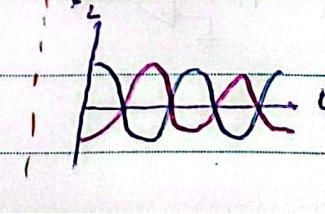
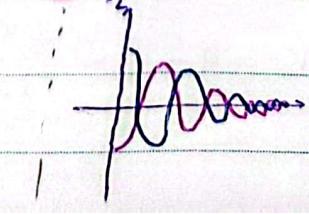
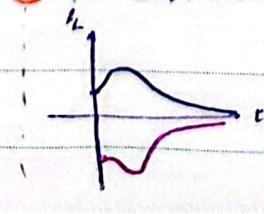
۱) صرایع شیوه

۲) صرایع برازی

۳) صرایع ضعیف

۴) صرایع

۵) صرایع



با استفاده از توابع اولیه به دست می آوریم $k_1, k_2, k_3 *$

حل مدار های مرتبه دو به فرمت قبل

$$f(t) = k_1 e^{P_1 t} + k_2 e^{P_2 t}$$

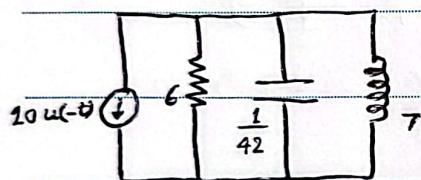
$$P_1, P_2 = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 + \omega_0^2}$$

$$\alpha = \frac{1}{2RC}$$

نیز از توابع اولیه به دست می آید k_1, k_2, k_3

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

مثال : دلتا خازن را ب حسب زمان پیدا کنید

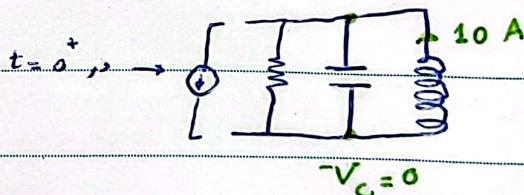


$$\alpha = \left[\frac{1}{2} \right] = \frac{1}{\frac{2 \times 6}{42}} \quad P_1 = -1$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{7 \times \frac{1}{42}}} = \left(\sqrt{6} \right) \quad P_2 = -6$$

$$V_C(0) = V_C(0^-) = 0 \leftarrow \text{پس از تغییرات } \sigma^- t \rightarrow \infty \text{ نیز}$$

$$\frac{dV_C}{dt}(0) = \frac{1}{C} i_C = 42 \times 20 = 420$$

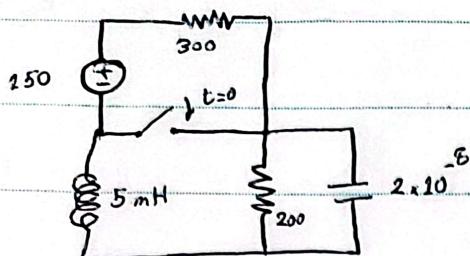


$$\Rightarrow k_1 = -k_2, \quad k_1 = 84$$

Year :

Month :

Date :

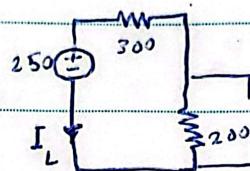


$$V_C(t) = ?$$

JL

: $t < 0 \rightarrow$

$$V_C(0^-) = 60 \text{ V}, I_L(0^-) = -0.3 \text{ A}$$

: $t > 0 \rightarrow$

$$\alpha = \frac{1}{2RC} = \frac{1}{8 \times 10^{-5}} = 1.25 \times 10^5$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{60}{200} = 0.3$$

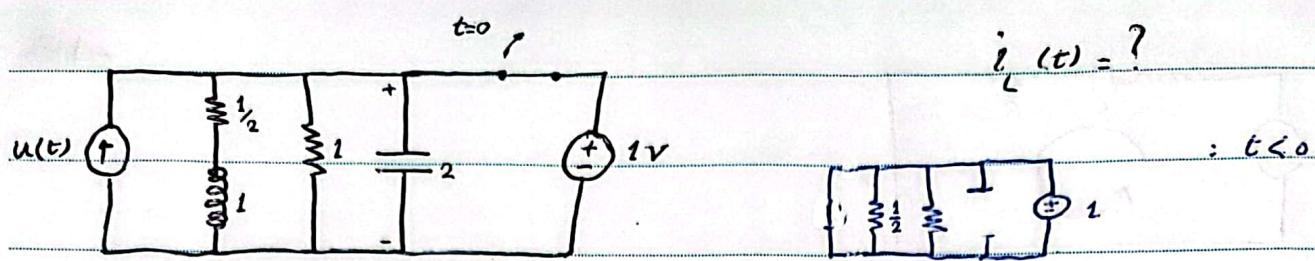
$$\omega_o = 10^5$$

$$P_1, P_2 = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_o^2}$$

$$\frac{dV_C}{dt}(0^+) = i_C(0^+) = 0$$

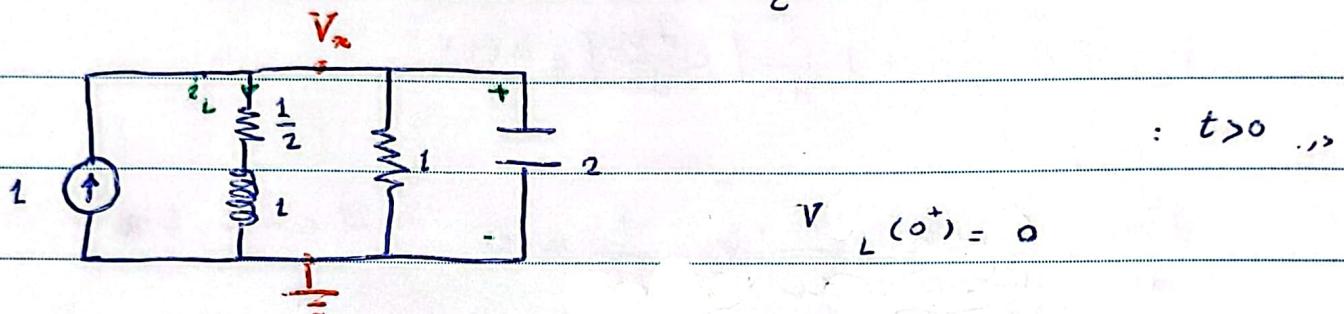
$$\left\{ \begin{array}{l} f(t) = k_1 e^{-2 \times 10^5 t} + k_2 e^{-\frac{1}{2} \times 10^5 t} \\ f = V_C \\ V_C(0) = 60 \text{ V} \\ \frac{dV_C}{dt}(0) = 0 \end{array} \right.$$

$$\xrightarrow{\text{معادل}} k_2, k_1$$



$$i_L(0^-) = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2 \text{ A}$$

$$V_C(0^-) = 1 \text{ V}$$



KCL: $i_L + \frac{v_x}{1} + 2 \frac{dv}{dt} = 0$

$$V_L = \frac{2 \times \frac{L}{2}}{\frac{1}{R}} = \frac{1}{V_C}$$

↓

$$i_L + \underbrace{\frac{1}{2} i_L + \frac{di_L}{dt}}_{V_x} + 2 \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} i_L + \frac{di_L}{dt} \right] = u(t)$$

↓ V_x

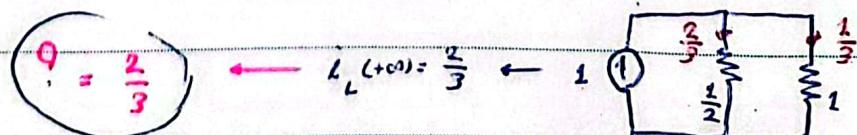
$$\frac{d^2 i_L}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{di_L}{dt} + \left(\frac{3}{4} \right) i_L = \frac{1}{2} u(t)$$

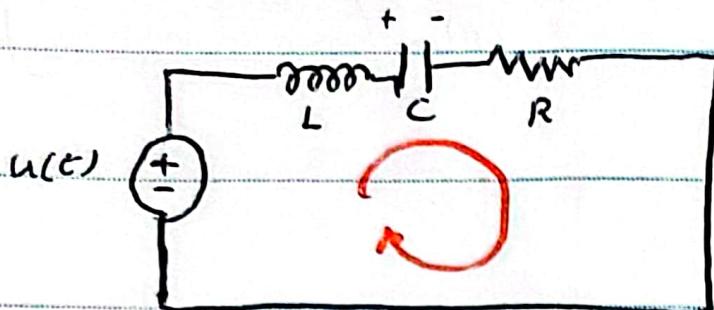
$$2\alpha \quad \omega_0 \quad \rightarrow \alpha = \frac{1}{2}, \quad \omega_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$P_1, P_2 = -\frac{1}{2} \pm j \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$f(t) = k_1 e^{-\frac{t}{2}} \cos \frac{\sqrt{2}}{2} t + k_2 e^{-\frac{t}{2}} \sin \frac{\sqrt{2}}{2} t + ?$$

$\therefore t \rightarrow \infty \rightarrow$





$$KVL: V_C + V_R + V_L = u(t)$$

$$V_C + R \underbrace{C \left(\frac{dV_C}{dt} \right)}_{I} + L \frac{d}{dt} \left[C \frac{dV_C}{dt} \right] = u(t)$$

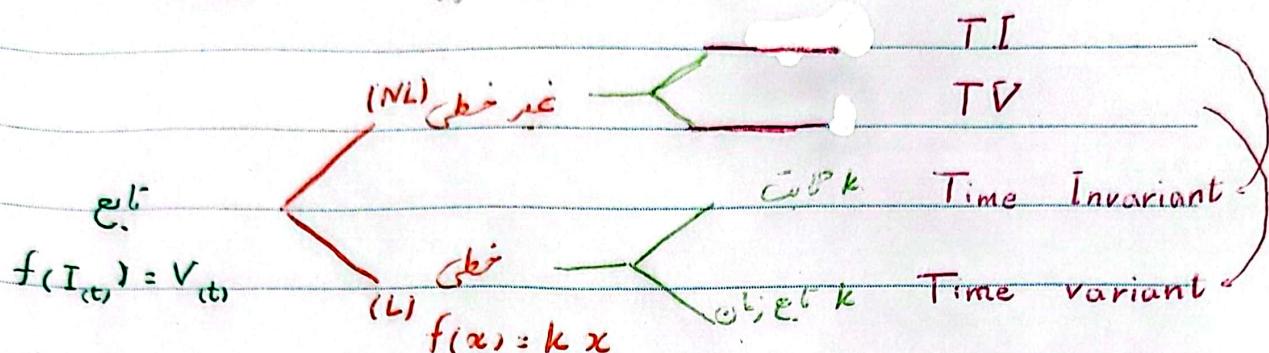
$$\frac{d^2V_C}{dt^2} + \underbrace{\frac{R}{L} \frac{dV_C}{dt}}_{2\alpha} + \underbrace{\frac{1}{LC} V_C}_{\omega^2} = \frac{1}{LC} u(t)$$

اگر C, L ثابت هستند

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

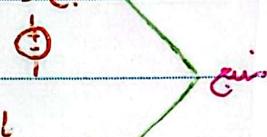
متداول است: دیگر ماده در برابر عبور الکترون

متداول در صد: اینانی که ولتاژ آن در هر لحظه تابع جریان آن در همان لحظه است



$$R = \frac{\partial V}{\partial I} \quad * \quad \text{در هر حالتی داریم}$$

منبع ولتاژ: این است که ولتاژ دو سر تابع مستقل از جریان عبوری از آن است



منبع جریان: « جریان عبوری از آن » « ولتاژ دو سر آن است »



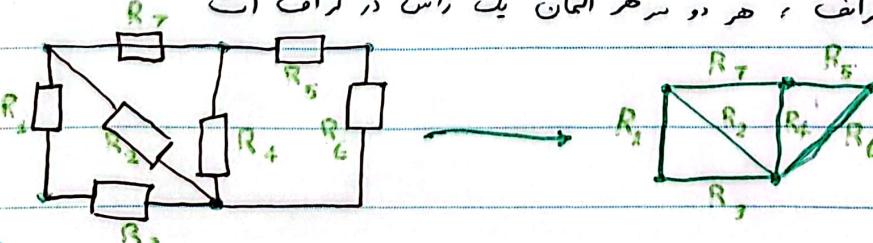
منبع ولتاژ نایاب: اتصال ولتاژ ثابت راسته یا * منابع عی توانند ثابت راسته یا

و باسته به این هام دیگری باشد به طوری که * اینها

تعریف اینها خراب نشود

روش تحلیل گره

۱۲) تبدیل مدار به گراف، هر دو سرده اینان یک راس در گراف است



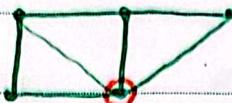
Subject :

Year :

Month :

Date :

۲) انتخاب گردن یک راس، ترجیحاً دارای بسته‌ترین درجه، به عنوان مرجع (دادن و تأثیر فرض صفر)

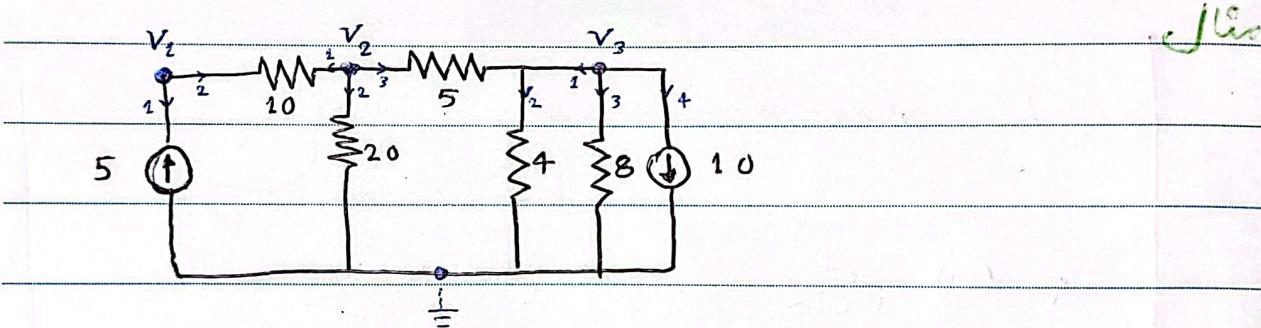


KCL: جمع جریان‌های ورودی برابر با جمع جریان‌های خروجی است (شرط کوچک بودن مقادیر)

گرد (جزء اس مرجع) با محصول دلتا $n-1 \rightarrow KCL$ می‌شود $n-1$ (۳)

$$1) I_1 + I_2 = 0 \rightarrow \frac{V_2 - V_1}{R_1} + \frac{V_2 - 0}{R_3} = 0$$

$$2) I_2 + I_3 = 0 \rightarrow \frac{V_2 - V_2}{R_2} + \frac{V_2 - 0}{R_4} = 0$$



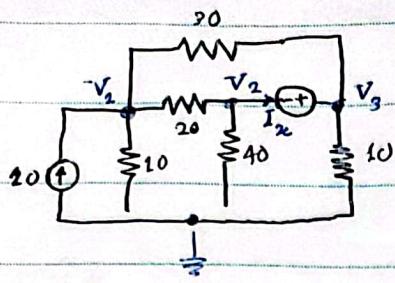
KCL

$$1) I_1 + I_2 = 0 \rightarrow I_1 = -5 \quad I_2 = 5 = \frac{V_2 - V_1}{10} \rightarrow 50 = V_2 - V_1$$

$$2) \frac{V_2 - V_1}{10} + \frac{V_2}{20} + \frac{V_2 - V_3}{5} = 0 \rightarrow 5V_2 - 4V_3 = -100$$

$$3) \frac{V_3 - V_2}{5} + \frac{V_3}{4} + \frac{V_3}{8} + 10 = 0 \rightarrow 8V_3 - 8V_2 + 15V_3 = -400$$

$$23V_3 - 8V_2 = -400$$



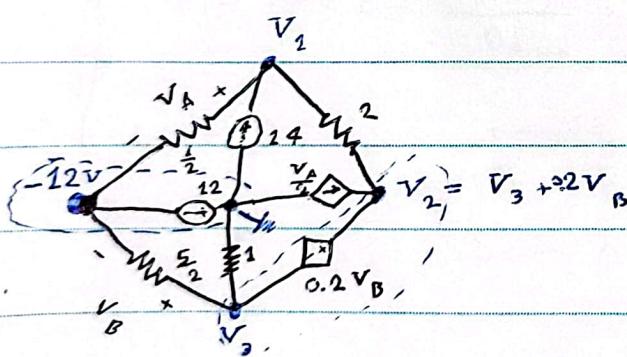
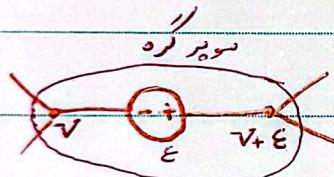
فیروز

$$1) \frac{V_1 - V_3}{30} + \frac{V_1 - V_2}{20} + \frac{V_1}{10} = 10 = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} 2) \cancel{I_x} + \frac{V_2}{40} + \frac{V_2 - V_1}{20} = 0 \\ 3) \frac{V_3 - V_1}{30} + \frac{V_3}{10} - \cancel{I_x} = 0 \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} \frac{V_2}{40} + \frac{V_2 - V_1}{20} + \frac{V_3 - V_1}{30} + \frac{V_3}{10} = 0 \\ (+) \end{array}$$

$$4) V_3 = V_2 + 10$$

ملاحظة: في المراجعة، لاتذكر المقادير المجهولة في صورت المكعب، بل تكتفى فقط بـ $V_3 = V_2 + 10$.



فیروز

$$1) \frac{V_1 - V_3 - 0.2V_B - 1.4}{2} + \frac{V_1 - (-12)}{\frac{1}{2}} = 0$$

$$2) \frac{V_3 - (-12)}{\frac{5}{2}} + \frac{V_3}{1} - \frac{V_A}{2} + \frac{V_3 + 0.2V_B - V_1}{2} = 0$$

$$3) V_A = V_1 - (-12)$$

$$4) V_B = V_3 - (-12)$$

Subject :

Year :

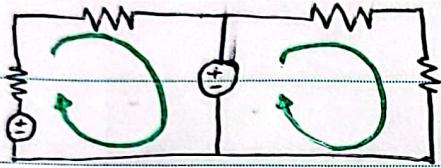
Month :

Date :

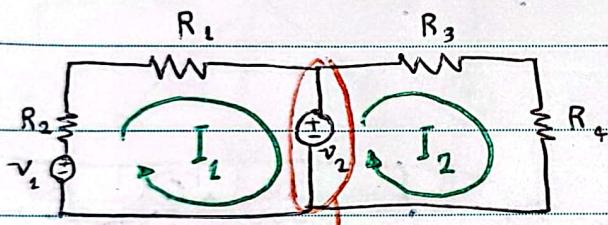
روشن کمال مدن

$$0 = \sum V_i \quad \text{در یک سیر پست،} \quad kVL$$

(1) تعیین من (حلقه های که حلقه دیگری درون آن نیست) های مدار



(2) اختصاص داری جمیل جریان به هر من

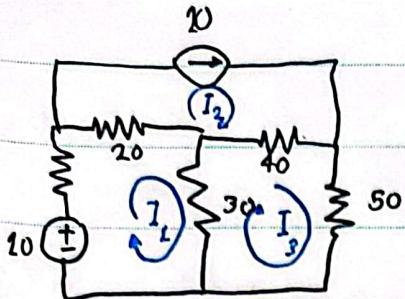


$I_1 - I_2$ برای هر من kVL نوشت

$$\begin{cases} 1) R_1 I_1 + V_2 - V_1 + R_2 I_1 = 0 \\ 2) R_3 I_2 + R_4 I_2 - V_2 = 0 \end{cases}$$

* برای محاسبه این روش مدار باید مطلع باشیم

: جلو

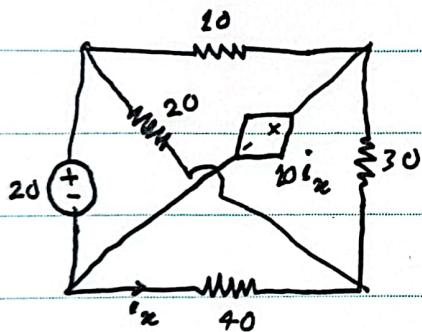


$$1) 20(I_1 - I_2) + 30(I_1 - I_3) - 10 = 0$$

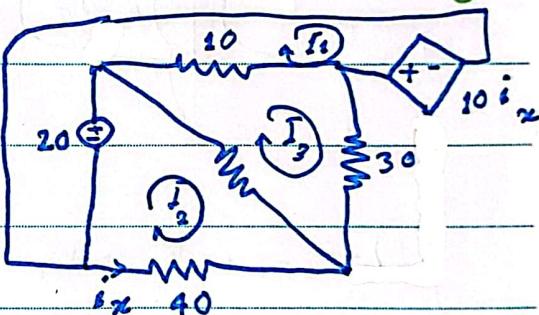
$$2) I_2 = 10$$

$$3) 40(I_3 - I_2) + 50(I_3) + 30(I_3 - I_2)$$

: جلو



$\rightarrow E_{kno}$



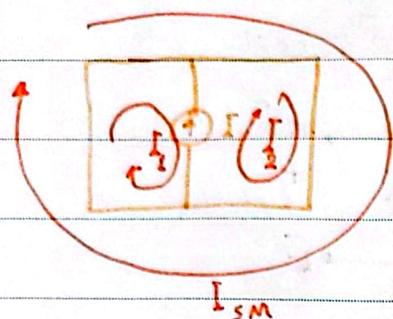
$$1) -10i_x + 10(I_1 - I_3) + 20 = 0$$

$$2) -20 + 20(I_2 - I_3) + 40I_2 = 0$$

$$3) 20(I_3 - I_2) + 10(I_3 - I_1) + 30I_3 = 0$$

$$I_x = -I_2$$

در صدای ها اگر دو منبع با یک سیم حاوی منبع جریان جدا شده باشند من توانم



$$I_2 - I_1 = I$$

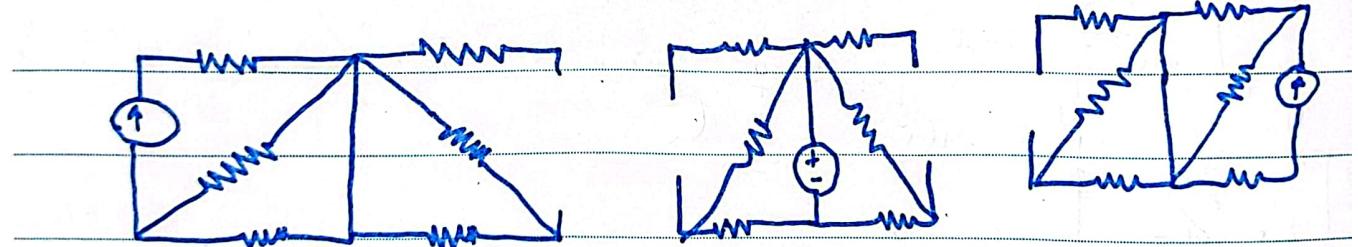
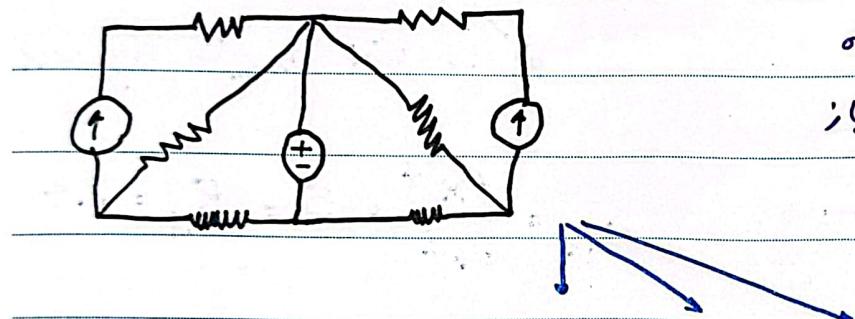
یک سوچه منع در نظر بگیریم

اصل برهنہ : اگر صدای خطی باشد هریت یک نقطه در کل صدای برابر با مجموع هریتین

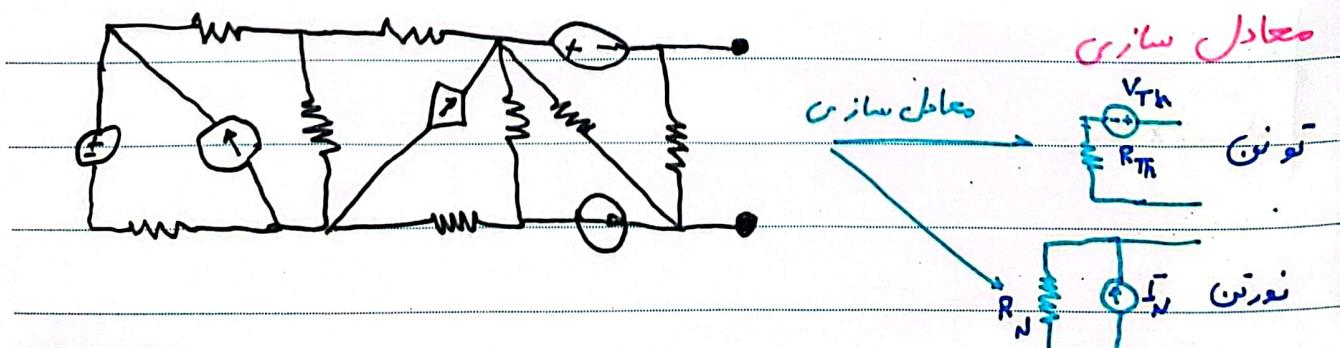
در اثر دادن تک تک منابع

حذف منابع ولتاژ \rightarrow اعمال کوتاه

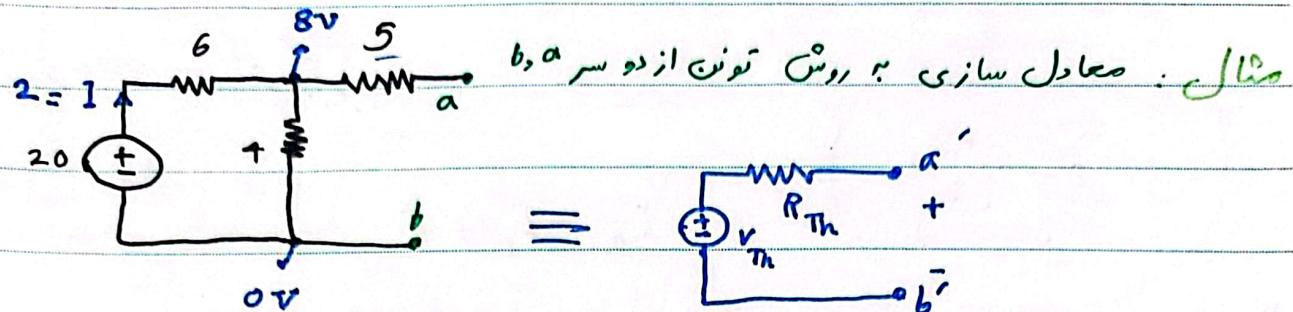
حذف منابع جریان \rightarrow صدای باز



اصل برهنہ فقط با منابع مستقل اعمال میں سود
وجود منابع وابستہ حل صدای را سخت می کرد



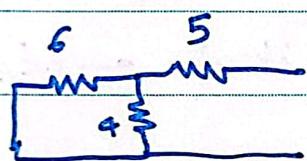
* همه مدارها به جز مدارهای صرف دارای حدود مدار توانی و نورتن است



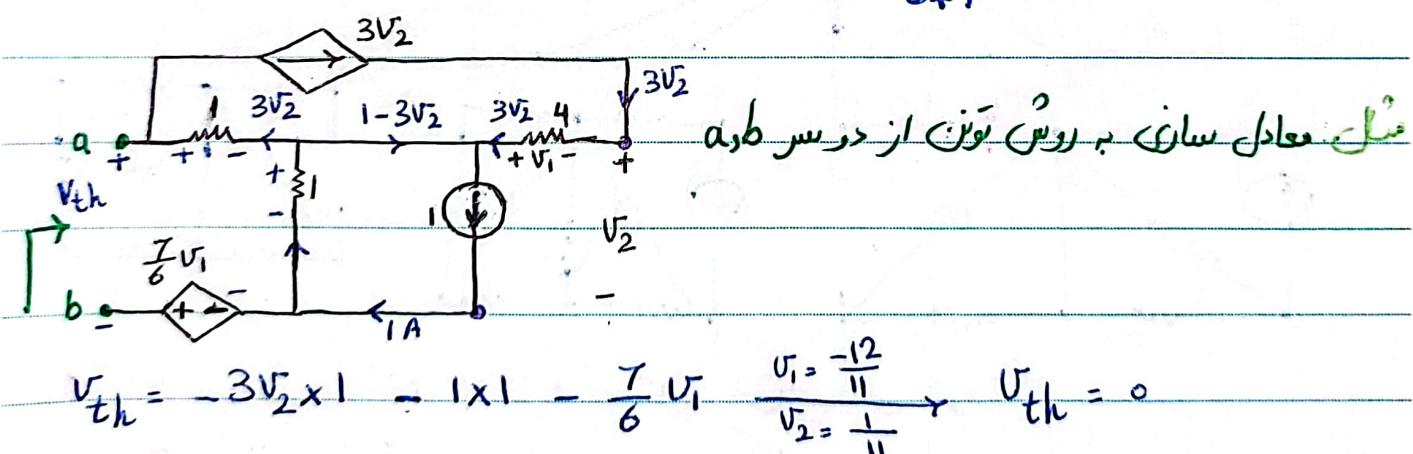
$$V_{ab} = V_{Th} = V_a - V_b$$

$$V_{Th} = 8 - 0 = 8 \text{ V}$$

برای R_{Th} منابع را حذف و کن



$$R_{Th} = \frac{6 \times 4}{6+4} + 5 = R_{Th} = 7.4$$



$$V_{th} = -3V_2 \times 1 - 1 \times 1 - \frac{1}{6} V_1 \xrightarrow{\frac{V_1 = -12}{V_2 = \frac{1}{11}}} V_{th} = 0$$

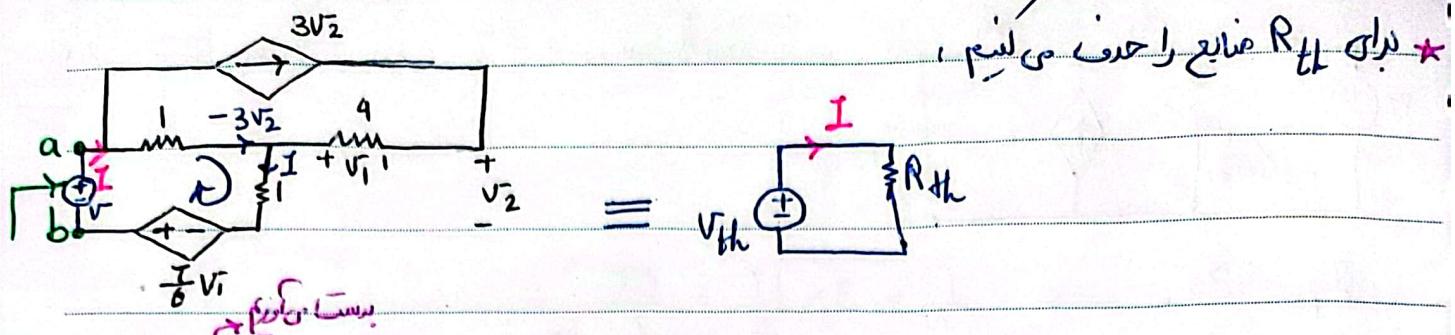
$$\begin{cases} V_1 = -3V_2 \times 4 \\ V_2 = 4 \times 3V_2 + 1 \times (-1) \end{cases} \xrightarrow{\frac{V_1 = -12}{V_2 = \frac{1}{11}}} V_2 = \frac{1}{11}$$

Subject :

Year :

Month :

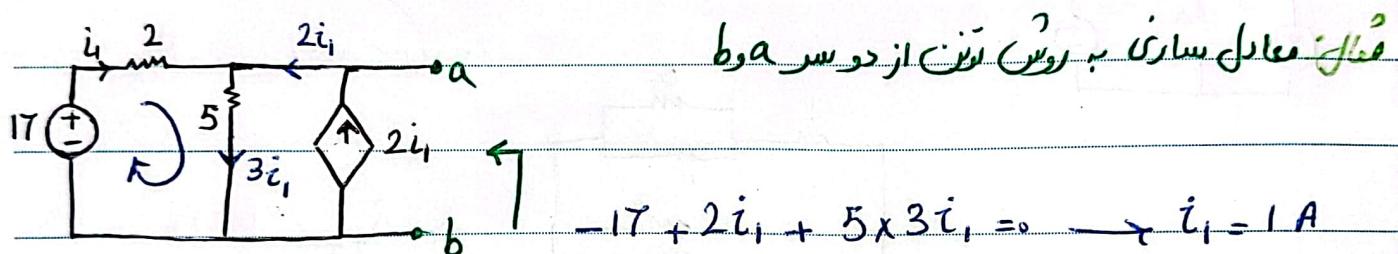
Date :



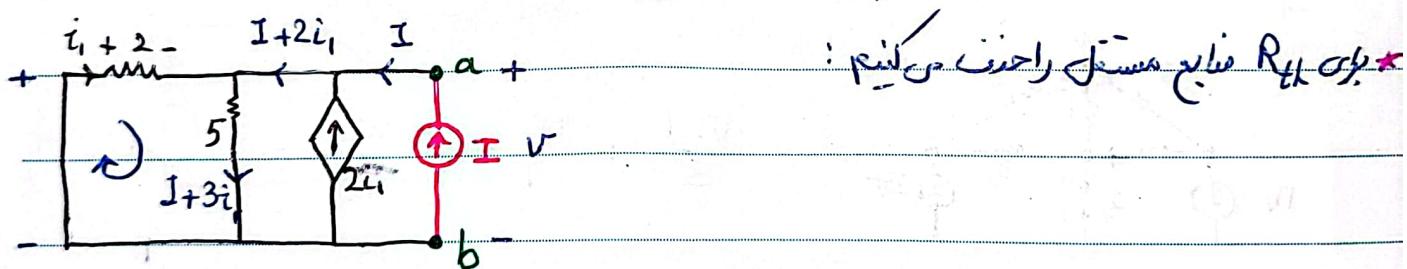
$$-V + (I - 3V_2) \times 1 + I \times 1 - \frac{7}{6} V_1 = 0 \rightarrow V = I \rightarrow R_{th} = 1$$

$$V_2 = 4 \times 3V_2 + 1 \times I \rightarrow V_2 = \frac{-I}{11}$$

$$V_1 = -3V_2 \times 4 \rightarrow V_1 = \frac{12}{11} I$$



$$V_{th} = 5 \times 3i_1 = 15 V$$



$$5(I + 3i_1) + 2i_1 = 0 \rightarrow i_1 = \frac{-5}{17} I$$

$$V = -2i_1 = \frac{10}{17} I \rightarrow R_{th} = \frac{10}{17} \rightarrow \frac{V}{I}$$

عوارضی ایجاد شد

عوارضی ایجاد شد

مطبع هسته راحتف R_{th}

مطبع هسته راحتف R_{th}

اب دلیل ایجاد شد I_N

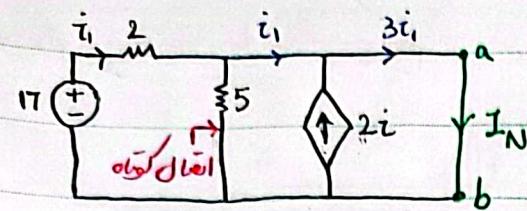
اب دلیل ایجاد شد V_{th}

Subject :

Year :

Month :

Date :

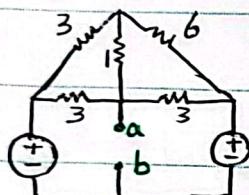


مثال: معادل سازی به روشن نویسن از دوسر و ب

$$I_N = 3i_1 \rightarrow I_N = 3 \times \frac{17}{2} = \frac{51}{2}$$

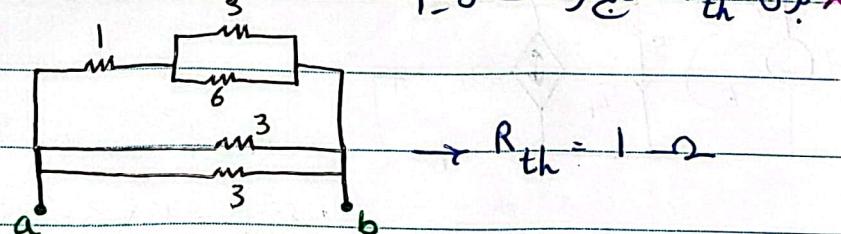
$$i_1 = \frac{17}{2}$$

(حل ب روشن نویسن) R_{th} برابر R_N است

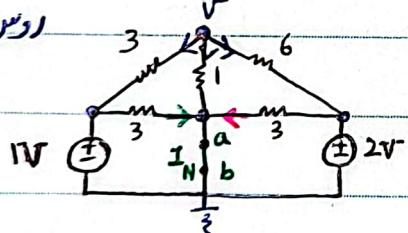


مثال: معادل سازی از دوسر

R_{th} ضایع راحنف میکشم



روشن نویسن



$$\frac{V-1}{3} + \frac{V-0}{1} + \frac{V-2}{6} = 0 \rightarrow V = \frac{4}{9}$$

$$I_N = \frac{4}{9} + \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{13}{9}$$

مثال سازی اگر مدار منبع مستقل نداشت باشد طبق اصل بقای انرژی

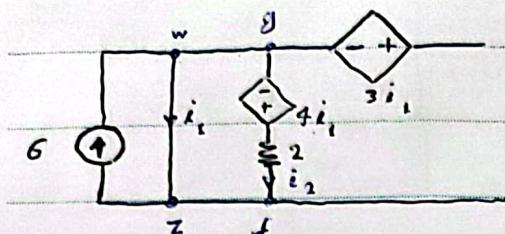
ولئن تدنت و جریان نویسن اش صفر است

Subject :

Year :

Month :

Date :



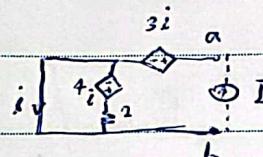
$$w - z = 0$$

$$g - f = 0$$

$$4i_1 + 2i_2 = 0 \rightarrow i_2 = 2i_1 \quad \textcircled{A}$$

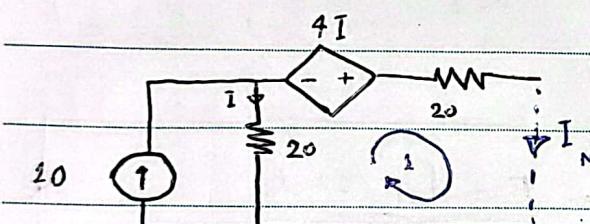
$$i_2 + i_1 = 6 \quad \textcircled{B} \rightarrow 3i_1 = 6 \rightarrow i_1 = 2 \text{ A}$$

$$V_{th} = 3i_1 = 6 \text{ V}$$

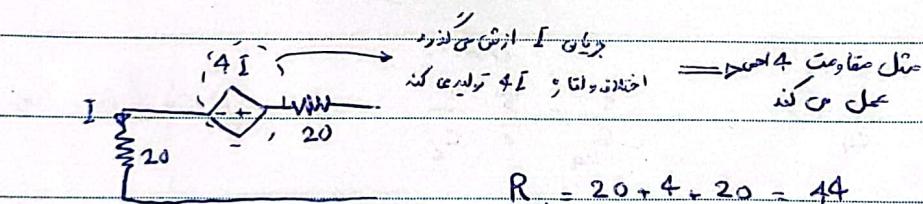


$$I = 3i \rightarrow V_{th} = I \rightarrow R_{th} = 1$$

$$V_a - V_b = 3i$$



$$\left. \begin{aligned} 1) -4I + 20I_N - 20I &= 0 \\ I &= I_N - 10 \end{aligned} \right\} I_N = \frac{240}{44}$$



$$R_N = 20 + 4 + 20 = 44$$

خوب : این ایست در تعابیر دخیری بگیر را دارد (به دامنه میدان الکتریکی)

ساده : این ایست از نظری الکتریکی دخیره می‌گیرد (به دامنه میدان مغناطیسی)

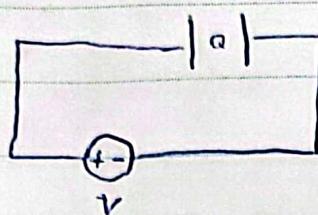
دانش خوبی دار

Subject :

Year :

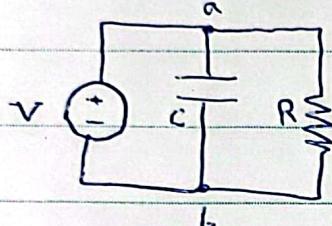
Month :

Date :



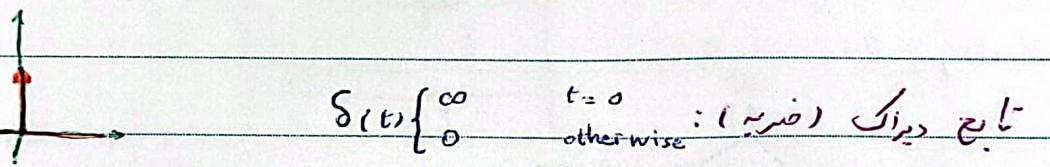
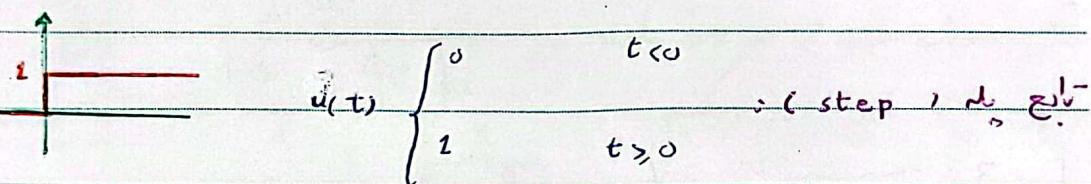
$$\left. \begin{array}{l} Q(t) = f(V_{(t)}) \\ I = \frac{dQ}{dt} \end{array} \right\} \quad I(t) = \frac{d}{dt} f(V_{(t)})$$

خازن



$$i(t) = C \frac{dV(t)}{dt} \quad \rightarrow \quad V(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(t') dt' = V_0 + \frac{1}{C} \int_0^t i(t') dt'$$

در صورت اگر ولتاژ دوسر خازن ثابت باشد
خازن مثل صدور باز عمل نماید *



$$V(t) I(t) = P(t) \quad , \quad \text{جزئی} \rightarrow F = \int \underbrace{P(t)}_{\text{تعادل}} dt$$

$$E_{\text{خازن}} = \frac{1}{2} C V^2 \quad , \quad C_{\text{eq}} = \sum_i C_i \quad , \quad \frac{1}{E_{\text{eq}}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

تعادل طی خازن :

سلف

$$V = L \frac{dI}{dt} \quad \text{ساده ترین خازن}$$

کار

$$I(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t V(t') dt' = I_0 + \frac{1}{L} \int_0^t V(t') dt'$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$\frac{1}{L_{eq}} = \sum_i \frac{1}{L_i} \quad , \quad L_{eq} = \sum_i L_i$$

سازنده

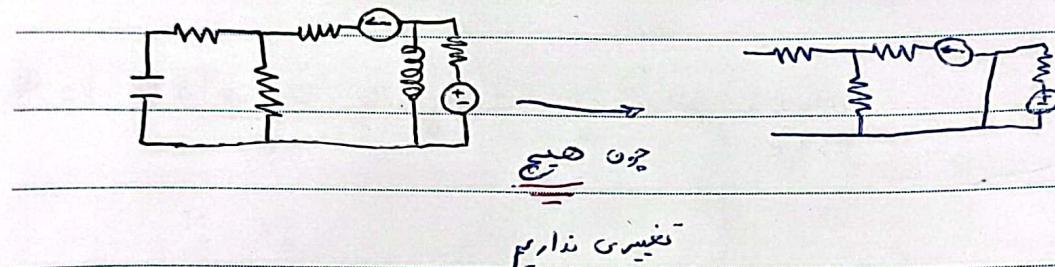
فرمول های سلف :

$$i(t) = C \frac{dV(t)}{dt}$$

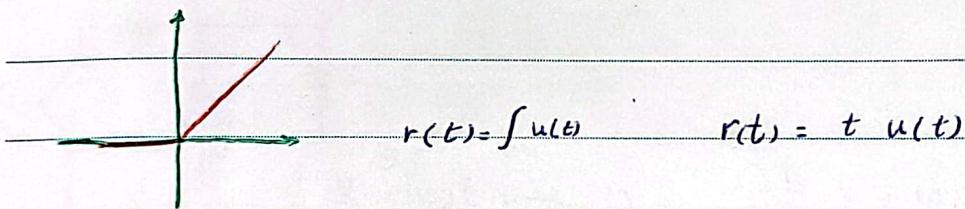
مذکور خازن

$$V(t) = L \frac{dI(t)}{dt}$$

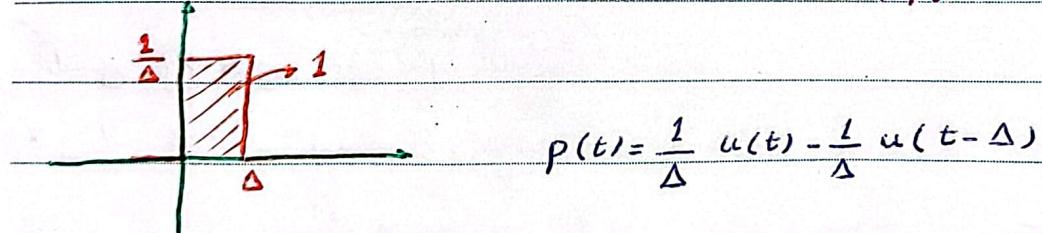
مذکور حساسیت



تابع سینے (ramp)



تابع دلتا (pulse) \rightarrow دلتا



$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} p(t) = \delta(t)$$



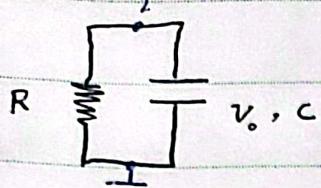
Subject :

Year :

Month :

Date :

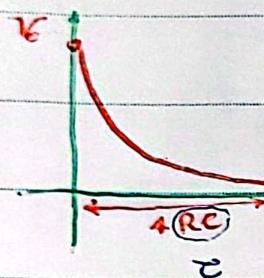
مثال : ولتاً خازن را بست اوریں



$$KCL: 1) \frac{V_i}{R} + C \frac{dV_i(t)}{dt} = 0 \rightarrow \frac{dV_i(t)}{dt} = -\frac{1}{RC} V_i(t)$$

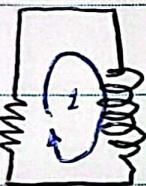
$\rightarrow V_i(t) = k e^{-\frac{1}{RC} t}$ بررس سرط اولیہ

$$V(t) = V_0 e^{-\frac{1}{RC} t} u(t)$$



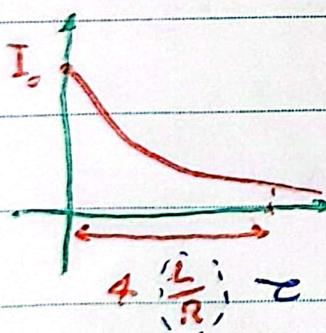
از 4e ب بعد ، خازن را دشوار فرض کنیم $V(t)=0 \rightarrow t > 4e$

مثال : جریان سلف را ب دست اوریں



$$-\frac{R}{L} t$$

$$KVL: 1) R I(t) + L \frac{dI(t)}{dt} = 0 \rightarrow I(t) = k e^{-\frac{R}{L} t}, k = I_0$$



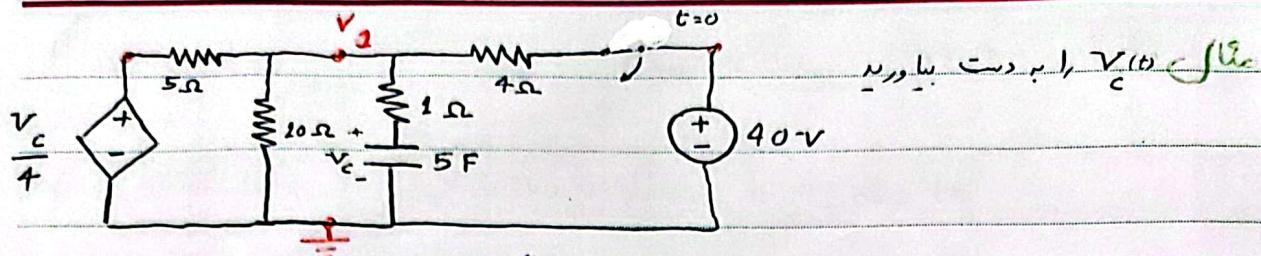
از 4(L/R) ب بعد سلف ، صفر می شود

Subject :

Year :

Month :

Date :

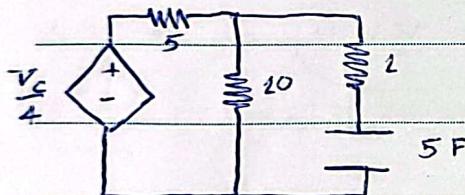


برای پیدا کردن V_o تا لحظه قبل $t=0$ را در نظر منگیری و چون تغییری V_o نباشد:

در صدر زدای $I_o = 0$ و خارج متن صدر باز عمل نکند

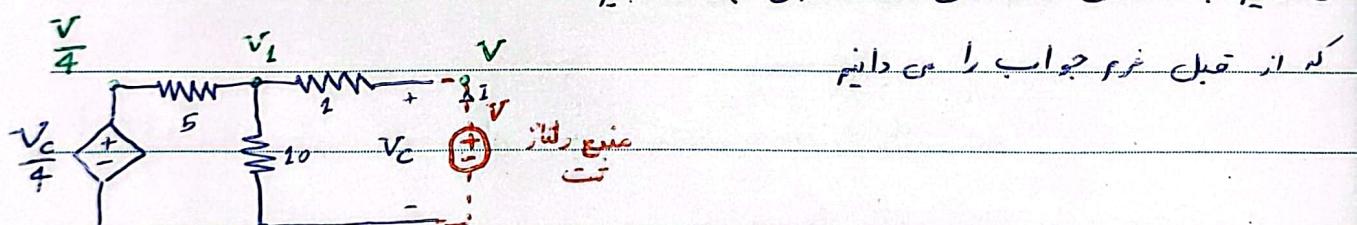
$$KCL: \left. \begin{aligned} \frac{V_o - \frac{V_c}{4}}{5} + \frac{V_o}{20} + \frac{V_o - 40}{4} &= 0 \\ V_o &= \frac{V_c}{4} \end{aligned} \right\} V_o = 20V$$

حل کنید را باز من کنیم



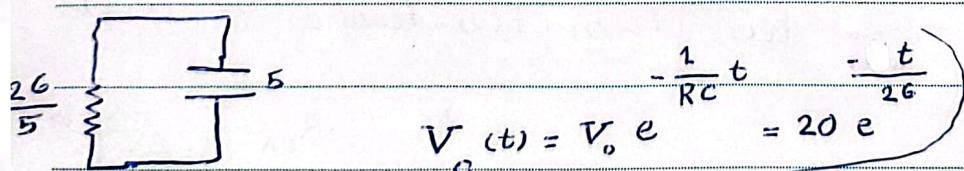
اگر بتوانیم مقادیر دو سرخازن را حساب کنیم

نمیتوانیم به عذر ام ماتنده مثال اول صفحه ۱۰۰ قبل می‌رسیم



$$KCL: \frac{V_1 - V}{1} + \frac{V_1}{20} + \frac{V_1 - \frac{V}{4}}{5} = 0 \quad \rightarrow V_1 = \frac{21}{26}V$$

$$I = \frac{V - V_1}{1} \quad \left. \begin{aligned} R &= \frac{V_1}{I} = \frac{V}{\frac{V - \frac{21}{26}V}{1}} \\ &\downarrow \\ R &= \frac{26}{5} \Omega \end{aligned} \right\}$$



$$V_o(t) = V_o e^{-\frac{1}{RC}t} = 20 e^{-\frac{t}{26}}$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

منبع ندارد $t > 0$ سرط

اقدام های حل

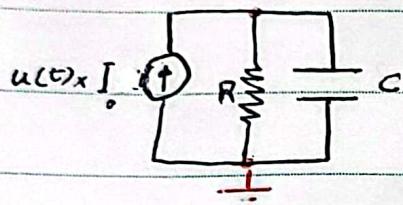
$$1) -\infty \leftarrow 0 \rightarrow V_c(0) = V_0 \quad V_0 \text{ را بدهت آورید}$$

پیدا کردن R و تبدیل مدار به یکی از مثال های دو سفیری قبل

$$3) V_0 e^{\frac{-t}{RC}} \quad \begin{array}{l} \text{در سرخازن یا سلف} \\ \text{برای خازن :} \end{array}$$

$$I_0 e^{\frac{-t}{R^2 C}} \quad \begin{array}{l} \text{نوشتن جواب به فرم} \\ \text{برای سلف :} \end{array}$$

مثال V_c را بدهت آورید



هر $t > 0$ ، تغییری نداریم پس $I_0 = 0$ است. از مقاومت

$$R I_0 = V_c(+\infty) \quad \text{رد عن شود پس}$$

$t > 0$

$$KCL: -I_0 + \frac{V_c}{R} + C \frac{dV_c(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{V_c}{R} + C \frac{dV_c(t)}{dt} = I_0 \quad \begin{array}{l} \text{درینهایت} \\ \text{آخر منبع} \end{array}$$

در معادلات دیفرانسیل جواب دو بعث است

جواب عمومی \rightarrow آخر شکل مدار

برای هر مدار مرتبه اول

منابع از جنس $u(t)$

$$f(t) = \left[f(\infty) + [f(0) - f(\infty)] e^{-\frac{t}{RC}} \right] u(t)$$

یک خازن یا یک سلف

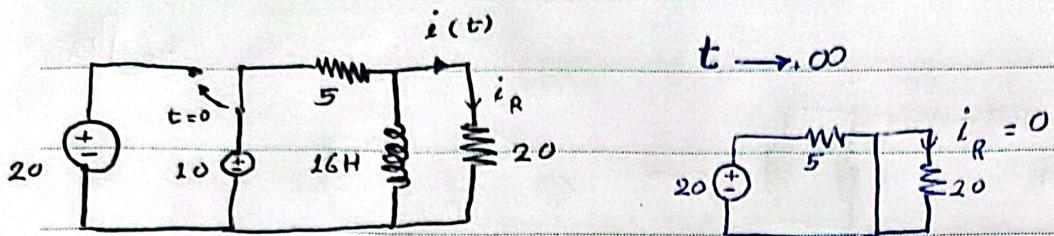
$$RC \quad \text{خازن} \quad \frac{L}{R_{th}} \quad \text{سلن}$$

Subject :

Year :

Month :

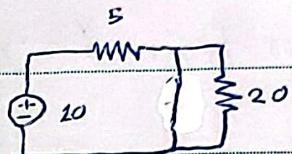
Date :



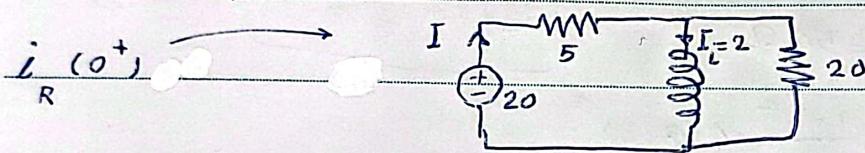
Jlin

$$f(+\infty) = 0 \quad , \quad I_L(0^-) = I_L(0^+) \quad , \quad I(0^-) = \frac{20}{5} = 2 \text{ A}$$

مجهول

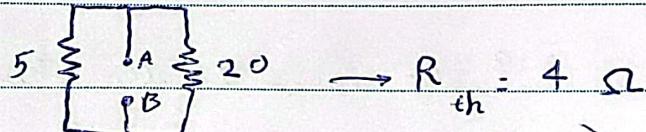


kvl



$$kvl \rightarrow -20 + 5I + 20(I-2) = 0 \rightarrow I = 2.4 \text{ A} \rightarrow i_R(0^+) = 0.4 \text{ A}$$

R : مجهول



$$Z = \frac{16}{4} = 4 \Omega$$

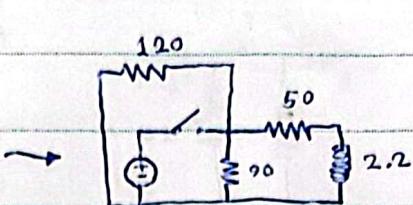
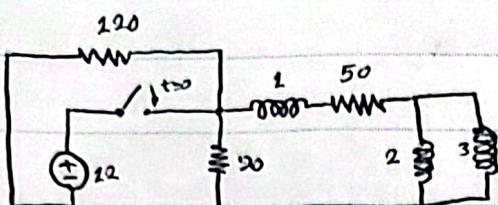
$$f(t) = [0 + [0.4 - 0] e^{-\frac{t}{4}}] u(t) = 0.4 e^{-\frac{t}{4}} u(t)$$

Subject :

Year :

Month :

Date :



جواب

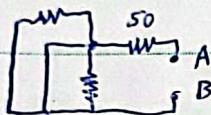
اگر یک سری المان یا یکدیگر سری باشند، می توان ترتیب آنها را جایجا کرد

جواب مخفف نمی بود

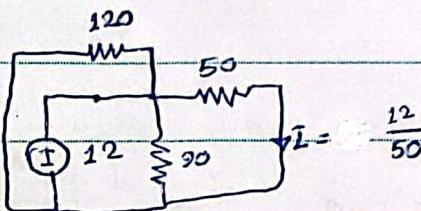
$$f(0) = f(0^-) = f(0^+) = 0$$

$$f(+\infty) = \frac{12}{50} = 0.24$$

R_{th}



$$R_{th} = 50 \Omega$$



$$\tau = \frac{0.24}{50} = 4.8 \times 10^{-3}$$

$$I(t) = [0.24 + [0 - 0.24] e^{-\frac{t}{4.8 \times 10^{-3}}}] u(t)$$

مثال: اگر در مدار بالا، منبع به صورت $S(t)$ 18 می بود چطور؟

$$f(h(t)) = g(t) \xrightarrow{\text{ضریت خالی بوندی}} f(h'(t)) = g'(t)$$

جواب مدار خطی است

$$u'(t) = S(t) \text{ و } : I'(t) = \left[0 + \frac{0.24}{4.8 \times 10^{-3}} e^{-\frac{t}{4.8 \times 10^{-3}}} \right] u(t) + [0.24 + [0 - 0.24] e^{-\frac{t}{4.8 \times 10^{-3}}}] S(t)$$

پس جواب مخفف

$I'(t)$ برابر با

$$= 5 \times 10^{-3} \times e^{-\frac{t}{4.8 \times 10^{-3}}} u(t) + I(0) S(t)$$

Subject :

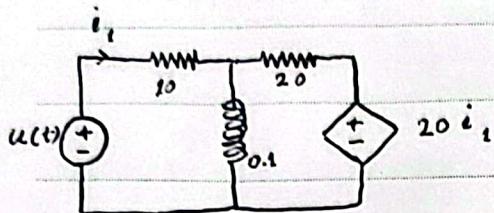
Year :

Month :

Date :

$$f(t) = \frac{-1}{c} (f(0) - f(+\infty)) e^{-\frac{t}{c}} u(\omega + f(0)) \delta(t)$$

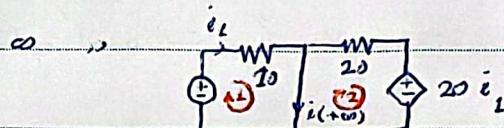
اگر مدار منع برعصب در اک داشته باشد داریم:



حال خرض کتیر جریان سلف در $t = 0$ برابر با ۱A است

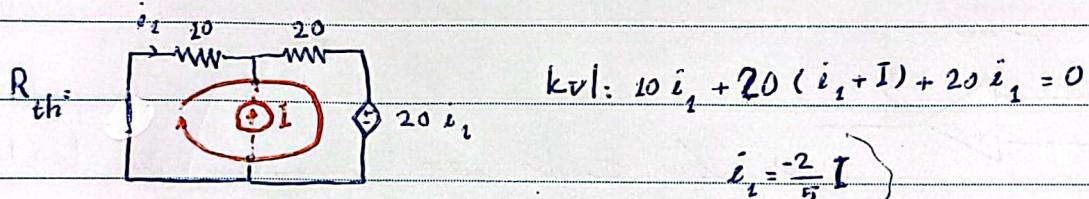
تابع جریان سلف ($i_{self}(t)$) بست اورید

$$i(0) = 1 \text{ A}, \quad i(+\infty) = i_1 - i_2 = 0.2$$



$$1) i_2 \cdot 10 - 1 = 0 \rightarrow i_2 = 0.1$$

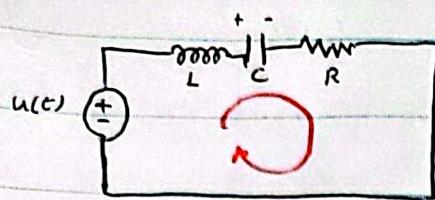
$$2) 20 i_2 + 2 = 0 \rightarrow i_2 = -0.1$$



$$R_{th} = \frac{V}{I} = 4 \Omega$$

$$e = \frac{i}{40}$$

$$f(t) = -40(1 - 0.2) e^{-40t} u(t) + \delta(t)$$

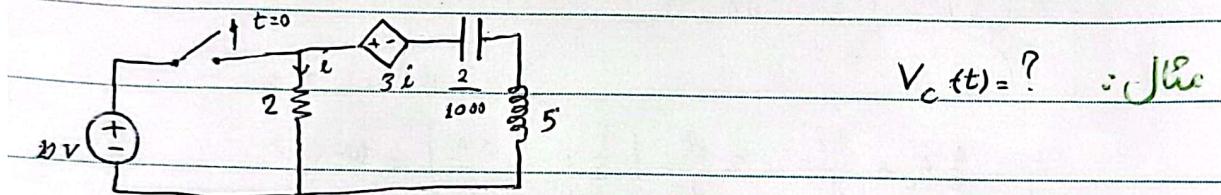


$$\text{KVL: } V_C + V_R + V_L = u(t)$$

$$V_C + R \left(\frac{dV_C}{dt} \right) + L \frac{d}{dt} \left[C \frac{dV_C}{dt} \right] = u(t)$$

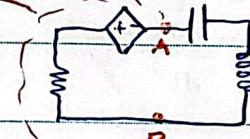
$$\frac{d^2V_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dV_C}{dt} + \frac{1}{LC} V_C = \frac{1}{LC} u(t) \quad \text{اگر } C, L \text{ ثابت هستند}$$

$$\alpha = \frac{R}{2L}, \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



$$V_C(t) = ? \quad \text{قبل از}$$

سی دنگ نیم پیت سدار توپی سخارل سازی کسر : $t > 0$



$$V_{th} = 0$$

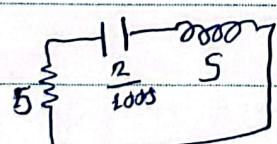
$$R_{th} = -1 \Delta$$

الآن با مقاومت منفی نداریم و این در سرایه مختلط دهنده است

$$-V - 3i + 2i = 0 \rightarrow V = -i \quad \text{تغیر ایجاد شد}$$

از این مرحله ب بعد جای +,- منبع ولتاژ را بر علشی صفر کنیم

$$R_{th} = 5 \Omega$$



$$\alpha = \frac{1}{2}$$

$$\omega_0 = 20$$

$$\alpha < \omega_0$$

$$\omega_d = \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} \approx 10$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

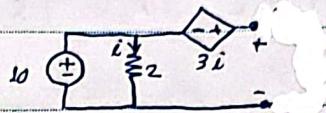
$$V_C(t) = k_1 e^{-\frac{t}{2}} \cos 10t + k_2 e^{-\frac{t}{2}} \sin 10t$$

مراد اولیہ:

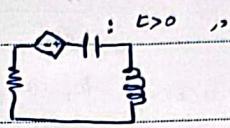
: $t < 0$,

$$V_C(0^-) = V_C(0) = 25$$

$$I_L(0^-) = I_L(0) = 0 \text{ A}$$



$$\frac{dV_C}{dt}(0) = \frac{1}{C} I_C(0) = \frac{1}{L} I_L(0) = 0$$



مراد سلف نمود

$$\frac{d^2 V(t)}{dt^2} + (4) \frac{dV(t)}{dt} + (3) V(t) = \frac{df(t)}{dt} + 2f(t)$$

$$\omega_0 = \sqrt{3}$$

پاسخ ضریبی صدرا را بدست چه اوریم

$$S'(s) + 2 S(s)$$

$$P_1 \rightarrow P_2 = -1, -3$$

$$V(t) = [k_1 e^{-t} + k_2 e^{-3t}] u(t) +$$

جواب خصوصی

مان ات وجود داشته باشد

و اگر باشد حتی از جنس F است (F در این مثال)

اگر جواب خصوصی حاوی دیراک باشد درست چیز معادله اولیه (1) ب وجود داشت

در صورتی که درست است نفع $\frac{d\delta}{dt}(t)$ موجه داشت

$$V(t) = [k_1 e^{-t} + k_2 e^{-3t}] u(t)$$

حال باش بودست آوردن k_1, k_2 ، جواب بودست آمده را در معادله اولیه قرار مدهیم

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$\frac{dV}{dt}(t) = [-k_1 e^{-t} - 3k_2 e^{-3t}] u(t) + [k_1 e^{-t} + k_2 e^{-3t}] S(t)$$

$$\frac{d^2 V}{dt^2}(t) = [k_1 e^{-t} + 9k_2 e^{-3t}] u(t) + [-k_1 e^{-t} - 3k_2 e^{-3t}] S(t) + \\ [-k_1 e^{-t} - 3k_2 e^{-3t}] S(t) + [k_1 e^{-t} + k_2 e^{-3t}] S'(t)$$

حال این مقادیر را در معادل من کنار بگذار و برای احتیاجات برسی کن

$$\frac{d^2 V}{dt^2}(t)$$

$$\frac{dV}{dt}(t)$$

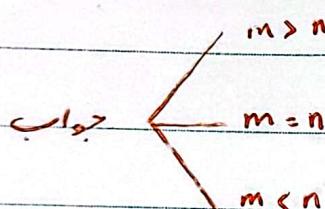
$$(k_1 + 9k_2) u(t) + (-k_1 - 3k_2) S(t) + (-k_1 - 3k_2) S(t) + (k_1 + k_2) S'(t) + (-k_1 - 3k_2) u(t) +$$

$$\frac{(k_1 + k_2) S(t)}{V(t)} + \frac{(k_1 + k_2) u(t)}{V(t)} = S'(t) + 2S(t)$$

برای حل مسأله هم نظر مثال قبل در حالت

$$\alpha_m \frac{d^m y(t)}{dt^m} + \dots + \alpha_0 y(t) = \gamma_1 S(t) + \dots + \gamma_n S(t)$$

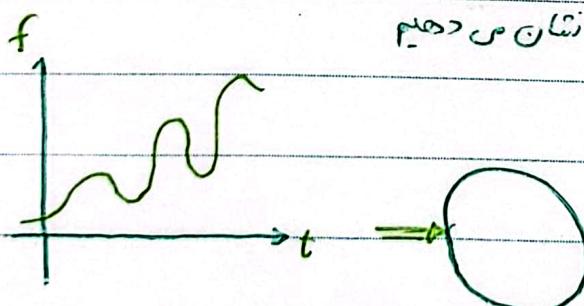
جواب خصوصی صادر



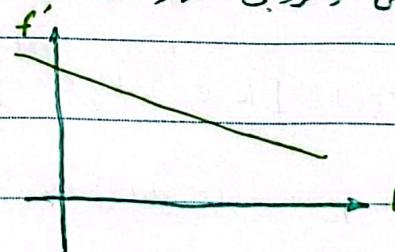
جواب خصوصی نداریم

$$k_0 S(t) + \dots + k_{n-m} S^{(n-m)}(t)$$

تبديل لالپاس



و ورودی و خروجی مدار را در واحد زمان نشان می دهیم



f' من قوانین هر خاصیتی باشد (نمود و دلتا و ...)

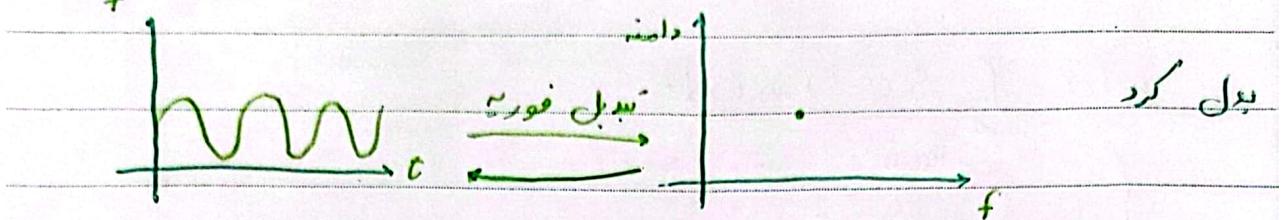
Subject :

Year :

Month :

Date :

با تبدیل فوریه می توان توابع بر حسب زمان را به مقادیر مختصات دامنه فرکانس f تبدیل کرد.

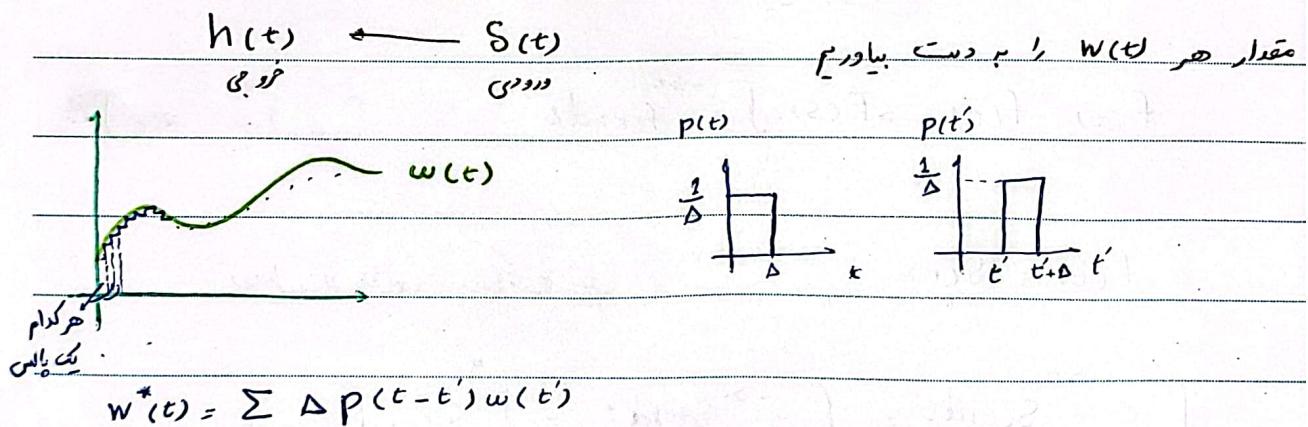


* یک تابع بر حسب زمان می تواند به بینهایت نقطه در این صفحه مختصات تبدیل شود

چرا؟ زیرا تحلیل مدار در مختصات فوریه بسیار ساده تر است

تبدیل فوریه یک تابع را به تعدادی سینوس و کسینوس تبدیل می کند

اثبات: می خواهیم نشان دهیم $\omega(t)$ ب ازای عددی ضریب خروجی را با این معنی توانیم



$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} w^*(t) = w(t) = \lim_{\Delta \rightarrow \infty} \sum \Delta p(t-t') w(t') = \int_{-\infty}^t s(t-t') w(t') dt'$$

$$w(t') = \int_{-\infty}^t s(t-t') w(t') dt'$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$w(t) = \int_{-\infty}^t g(\tau) \cdot \text{پاسخ} \cdot \text{اگر } w(t) = \int_{-\infty}^t g(\tau) \cdot \text{چون سیستم خطی است}$$

$$w(t) = \int_{-\infty}^t S(t-t') w(t') dt'$$

هذا يسمى بـ هاديات
باب ات

$$= \int_{-\infty}^t h(t-t') w(t') dt'$$

کا نولوشن (*) خروجی

حوزه سیگنال

$$H(s) \times W(s) \longleftrightarrow h(t) * w(t) \longleftrightarrow w(t)$$

تبديل لاپلاس

$$f(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} f(s)$$

تبديل فوریيه

تبديل لاپلاس :

$$f(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t) dt$$

چگونه؟

مثال تبدیل دیراک چیست؟

$$\int_0^\infty e^{-st} \delta(t) dt = \int_0^+ e^{-st} \delta(t) dt = \int_0^+ \delta(t) dt = 1$$

دیراک در هر کجا

بـ مز صفر، صفر است

$$e^{-st} = g(t)$$

پوسټ اس پس

$$g(0^-) = g(0^+) = g(0) = 1$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$f(t) = u(t)$$

تبلیغاتی میں سے تبلیغاتی:

$$\int_0^{\infty} e^{-st} u(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-st} dt = \left(-\frac{e^{-st}}{s} \right) \Big|_0^{\infty} = \frac{-1}{s} \times 0 - \left(-\frac{1}{s} \times 1 \right) = \frac{1}{s}$$

$u(t) = 1$
 $0 \leq t$

درستگاری تبلیغاتی

$$\left. \begin{array}{l} f_1(t) \rightarrow F_1(s) \\ f_2(t) \rightarrow F_2(s) \end{array} \right\} f_1(t) + f_2(t) \rightarrow F_1(s) + F_2(s)$$

جواب ①

$$f(t) \rightarrow F(s) \Rightarrow af(t) \rightarrow aF(s)$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$f(t) = u(t)$$

مثال : تبدیل عبارت پر جست?

$$\int_0^{\infty} e^{-st} u(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-st} dt = \left(-\frac{e^{-st}}{s} \right) \Big|_0^{\infty} = \frac{-1}{s} \times 0 - \left(-\frac{1}{s} \times 1 \right) = \frac{1}{s}$$

$u(t) = 1$
 $0 \leq t$

ویژگی های تبدیل "پلاس"

$$\left. \begin{array}{l} f_1(t) \rightarrow F_1(s) \\ f_2(t) \rightarrow F_2(s) \end{array} \right\} f_1(t) + f_2(t) \rightarrow F_1(s) + F_2(s) \quad \text{گزینه ۱}$$

$$f(t) \rightarrow F(s) \Rightarrow af(t) \rightarrow aF(s)$$

$$f(t-t_0) \rightarrow e^{-st_0} F(s) \quad \text{سینت زمانی} \quad \text{گزینه ۲}$$

$$e^{-st} f(t) \rightarrow F(s+s_0) \quad \text{سینت فرکانسی} \quad \text{گزینه ۳}$$

$$f(at) \rightarrow \int_0^{\infty} e^{-st} f(at) dt = \int_0^{\infty} e^{-\frac{st}{a}} f(t) \frac{dt}{a} = \frac{1}{a} F\left(\frac{s}{a}\right) \quad \text{تعییر مقابله} \quad \text{گزینه ۴}$$

$$f'(t) \rightarrow \int_0^{\infty} e^{-st} f'(t) dt = s F(s) - f(0^-)$$

بر این روش $\overset{\text{کتاب}}{\Rightarrow}$ $f^{(n)}(t) \rightarrow s^n F(s) - s^{n-1} f(0^-) - s^{n-2} f'(0^-) - \dots - s^0 f^{(n-1)}(0^-)$

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$-t f(t) \xrightarrow{\text{Laplace}} \frac{dF}{ds}(s) \xrightarrow{\text{معادله}} t^n f(t) \rightarrow (-1)^n \frac{d^n F}{ds^n}(s)$$

$$f(t) = t^n \xrightarrow{\text{Laplace}} \frac{n!}{s^{(n+1)}}$$

$$\int f(t) \rightarrow \frac{F(s)}{s} + \frac{f'(0)}{s}$$

مسئلہ نظر کا نتیجہ (6)

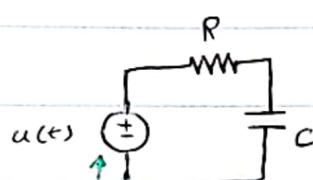
اندراں زمانی (7)

تفصیلی مقدار نہایت (8)

$$f(t) \rightarrow F(s)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} F(s) s$$

$$\lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{s \rightarrow \infty} F(s) s$$



$$V(s) = R I(s)$$

: جملہ
برائی متعادل

$$I(s) = C(sV(s) - V(0)) \xrightarrow{\text{Laplace}} I_c(t) = C \frac{dV(t)}{dt}$$

\downarrow

$$I(s) = CS V(s) \longrightarrow V(s) = \frac{1}{CS} I(s)$$

$$KVL (\text{کوکنڈری}): \frac{1}{s} + R I(s) + \frac{1}{CS} I(s) = 0 \xrightarrow{\text{حل کردن این معادلہ}} I(s) = \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{s} &\xrightarrow{\text{Laplace}} u(t) \\ \frac{1}{s+a} &\xrightarrow{\text{Laplace}} e^{-at} u(t) \\ \frac{\alpha}{s+a} &\xrightarrow{\text{Laplace}} \alpha e^{-at} u(t) \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} I(s) &= \frac{1}{s + \frac{1}{RC}} \\ &\xrightarrow{\text{Laplace}} \frac{1}{R} e^{-\frac{t}{RC}} u(t) \end{aligned} \right.$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

روابط در حوزه سیستم

$$V(t) = R I(t) \xrightarrow{\int} V(s) = R I(s)$$

$$V(t) = L \frac{d I(t)}{dt} \xrightarrow{\int} V(s) = L s I(s)$$

$$I(t) = \frac{1}{C} \int I(t) dt \xrightarrow{\int} V(s) = \frac{1}{Cs} I(s)$$

$$V(s) = Z(s) I(s)$$

$$\frac{R}{s+3} \quad \frac{L}{s+5} \quad \frac{1}{Cs}$$

دقیقی صار پایدار سود ($s=0$) داریم:

اچال کناد $\rightarrow V(s) = 0 \rightarrow Z(s) = 0$: سلف

سوزر باز $\rightarrow Z(s) = \infty \rightarrow I(s) = 0$: خازن

البلند محتلوس

(1) اگر $V(s)$ به صورت کسری به دست آید: پایه آنرا تفکیک کنیم: در این حالت خواهد

بر اعداد ثابت های معرفی شدیم

$$V(s) = \frac{f(s)}{(s+3)(s+5)^2(s+6)^3(s^2+4)} = \frac{A}{s+3} + \frac{B_1}{(s+5)} + \frac{B_2}{(s+5)^2} + \frac{C_1}{s+6} + \frac{C_2}{(s+6)^2} + \frac{C_3}{(s+6)^3} + \frac{D_1}{s^2+4}$$

$A = \frac{V(s)}{(s+3)}$ | $s=-3$ دو طرف را در $(s+3)$ ضرب من کنیم و در $s=-3$ برسی من کنیم A

$B_1 = \frac{V(s)}{(s+5)}$ دو طرف را در $(s+5)^2$ ضرب من کنیم و در $s=-5$ برسی من کنیم B_1

$B_2 = \frac{V(s)}{(s+5)^3}$ دو طرف را در $(s+5)^3$ ضرب من کنیم و در $s=-5$ برسی من کنیم B_2

$C_1 = \frac{V(s)}{(s+6)}$ دو طرف را در $(s+6)^3$ ضرب من کنیم و در $s=-6$ برسی من کنیم C_1

$$C_i = \frac{1}{i!} \frac{d}{dt^{i-1}} [V(s)(s+6)^3]$$

ASHAB

Subject :

Year :

Month :

Date :

$$u(t) \cos wt = u(0) \frac{e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}}{2} \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{\frac{1}{s+j\omega} + \frac{1}{s-j\omega}}{2} = \frac{s}{s^2 + \omega^2}$$

اد جاییز!

$$\sin wt = \frac{e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}}{2j} \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{\frac{1}{s+j\omega} - \frac{1}{s-j\omega}}{2} = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$\frac{As + B}{s^2 + \omega^2} = \frac{As}{s^2 + \omega^2} + \frac{B}{s^2 + \omega^2} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} (A \cos \omega t + \frac{B}{\omega} \sin \omega t) u(t)$$

در حالت حایزی حریان / انتگرال اولیه داریم برای سفت / خازن

$$V_L(s) = L(sI(s) - I(a))$$

$$= LS(I(s) - \frac{a}{s})$$

$$V_C(s) = \frac{1}{Cs}$$

Subject :

Year :

Month :

Date :

اہ جایزین

$$u(t) \cos wt = u(t) \frac{e^{j\omega t} + e^{-j\omega t}}{2} \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{\frac{1}{s+j\omega} + \frac{1}{s-j\omega}}{2} = \frac{s}{s^2 + \omega^2}$$

$$\sin wt = \frac{e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}}{2j} \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{\frac{1}{s+j\omega} - \frac{1}{s-j\omega}}{2j} = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

$$\frac{AS + B}{s^2 + \omega^2} = \frac{AS}{s^2 + \omega^2} + \frac{B}{s^2 + \omega^2} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} (A \cos \omega t + \frac{B}{\omega} \sin \omega t) u(t)$$

* در حالت طبیعی حریان / عملکرد اولیه داریم برای سفت / خازن

$$V_L(s) = L(sI(s) - I(0^-)) \\ = LS(I(s) - \frac{a}{s})$$

$$\frac{1}{C} s \rightarrow \frac{1}{C} s \frac{1}{cs}$$

$$H(s) = \frac{100(s+3)}{(s+6)(s^2 + 6s + 25)}$$

$$\frac{100(s+3)}{(s+6)(s^2 + 6s + 25)} = \frac{A}{s+6} + \frac{B_1(s+3) + B_2}{(s+3)^2 + 4^2}$$

لکس کر کرو

$$\frac{B'}{s+3+j} + \frac{B}{s+3-j}$$

ات ب مدد ب مدد

$$s = -6; A = \frac{-300}{25} = -12$$

* اگر مخرج مادی امداد مختلط بود من توان آنرا به صورت $R e^{j\theta}$ نشان داد که :

$$R e^{j\theta}$$

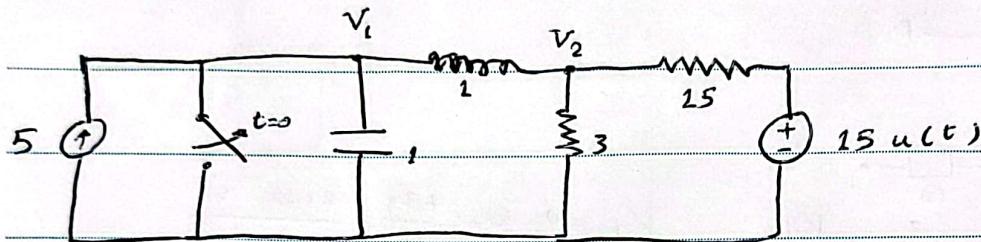
$$B_1 = 12$$

$$s = -3 + 4j \therefore 4j B_1 + B_2 = \frac{400j \cdot 8}{3+4j} = \frac{3200}{25} = 128j = 48j + 64 \quad B_2 = 64$$

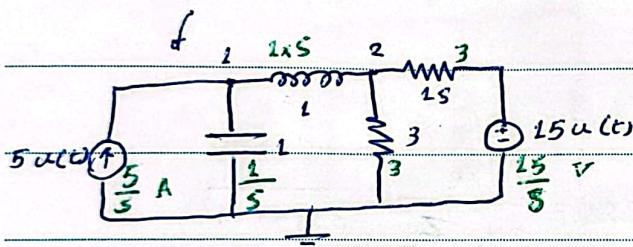
$$H(s) =$$

$$F(s) = \frac{|k| \Delta \theta}{s+c+jd} + \frac{|k| \Delta \theta}{s+c-jd}$$

$$f(t) = 2e^{-ct} |k| \cos(dt + \theta) u(t)$$



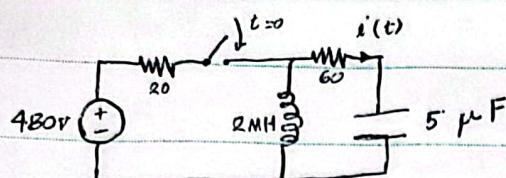
$$V_1 = ? , V_2 = ?$$



$$\left. \begin{array}{l} KCL: 1) -\frac{5}{s} + \frac{V_1}{\frac{1}{s}} \rightarrow \frac{V_1 - V_2}{s} = 0 \\ 2) \frac{V_2 - V_1}{s} + \frac{V_2}{3} + \frac{V_2 - \frac{25}{s}}{1s} = 0 \end{array} \right\} \quad \begin{aligned} V_1 &= \frac{5(s+3)}{s(s+2)(s+\frac{1}{2})} \\ V_2 &= \frac{25(s^2+6)}{s(s+2)(s+\frac{1}{2})} \end{aligned}$$

$$V_1 = \frac{15}{s} + \frac{\frac{5}{3}}{s+2} + \frac{-\frac{50}{3}}{s+\frac{1}{2}}$$

$$V_2 = \frac{15}{s} + \frac{\frac{25}{3}}{s+2} + \frac{-\frac{125}{6}}{s+\frac{1}{2}}$$



$$i(t) = ?$$

J12

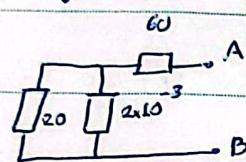
* سری = مسازنی در این بخش ماتم مقاومت است

مقدار معادل توزن آزاد س A و B در محدود نمایش

امید انسحابی توزن : منابع مستقل را صفر کنیم

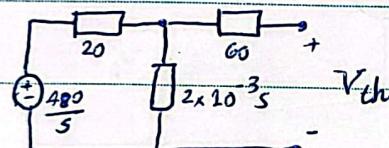
و لذو توزن : حالات عادی

$$Z_{th}^{(s)} \text{ می باشد} :$$

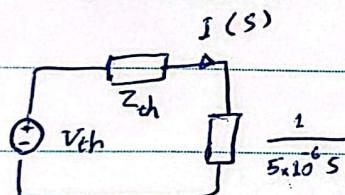


$$Z_{th}^{(s)} = 6 + \frac{4 \times 10^{-2} s}{20 + 2 \times 10^{-3} s}$$

$$V_{th} \text{ می باشد} :$$

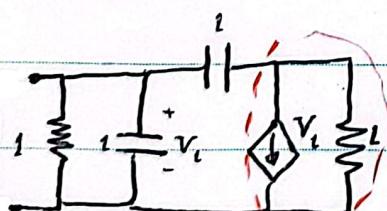


$$V_{th} = 0 \times 60 + \frac{480}{5} \times \frac{2 \times 10^{-3} s}{20 + 2 \times 10^{-3} s}$$



$$I(s) = \frac{V_{th}}{Z_{th} + Z_C} = \frac{6s}{(s+5000)^2}$$

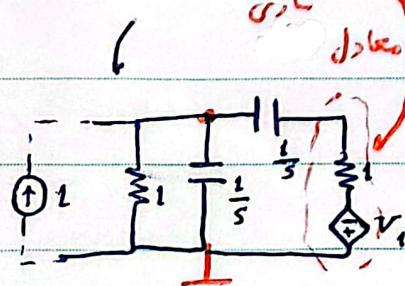
$$\frac{6s}{(s+5000)^2} = \frac{1}{(s+5000)} + \frac{-30000}{(s+5000)^2}$$



محل می باشد : J12

* در این قسمت تأثیر مذکور را برآورد کنیم مثلاً اگر ۱ بذاریم

$$Z_{th} = \frac{V}{I=1} = V \quad \text{مثلاً متناسب با} \quad 1$$

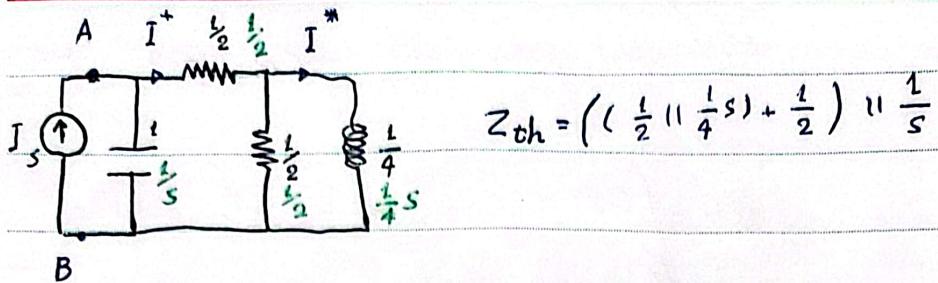


$$\text{KCL: } \frac{V_x}{1} + \frac{V_x}{\frac{1}{s}} - 1 + \frac{V_x - V_t}{\frac{1}{s} + 1} = 0 \rightarrow \text{به جواب مرسد}$$

Subject :

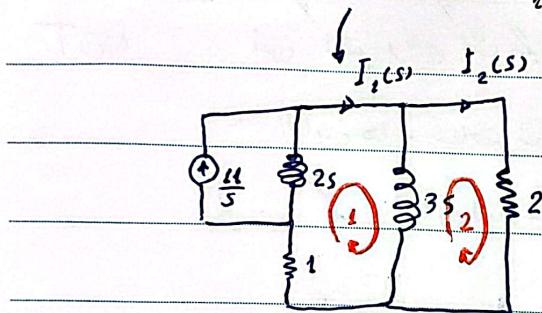
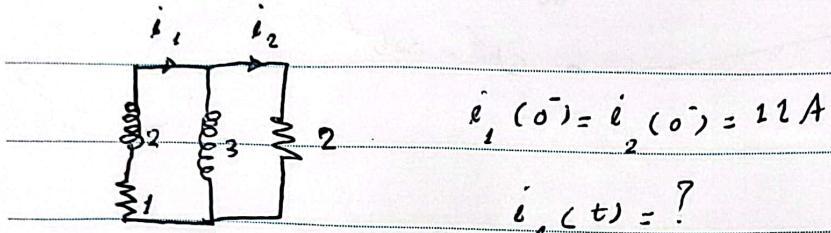
Year : Month :

Date :



B

$$I^+ = I_s \times \frac{\frac{1}{s}}{\frac{1}{s} + \left(\frac{1}{2} \parallel \frac{1}{4}s \right) + \frac{1}{2}}, \quad I^* = I^+ \times \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4}s}$$



LVR 1) $I_1 + \left(I_2 - \frac{11}{s} \right) 2s + 3s(I_1 - I_2) = 0 \quad \boxed{I_2 = \frac{3s}{3s+2} I_1}$

2) $3s(I_2 - I_1) + 2I_2 = 0$

$$I_1 = \frac{22(3s+2)}{(6s+1)(s+2)} = \frac{A}{6s+1} + \frac{B}{s+2} \rightarrow A = 8, B = 3$$

$\left(\frac{1}{s} \right)$

$$i_1(t) = \left[8e^{-\frac{6t}{s}} + 3e^{-2t} \right] u(t)$$

پیش دوم درس : مدل های الگو نیابی

محله های تلس \leftarrow (تکیت و رو ده) f = فروجی

صاری ترتیب — (ترتیب درودی ها) *مروجی*

$O : O \pm \text{margin}$

$$1: V_{dd} = 5V \pm \text{margin} \quad \text{منطق صفر و يك$$

دایمیا میل

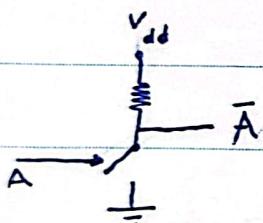
گستہ

$$A \rightarrow \bar{A}$$

اپنے لیت و ہیچ لیت دیکھیں را →

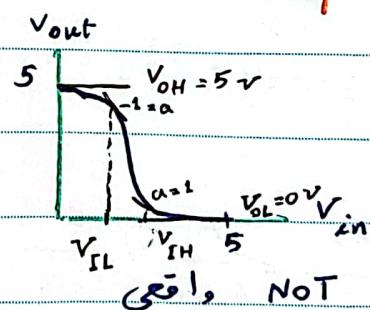
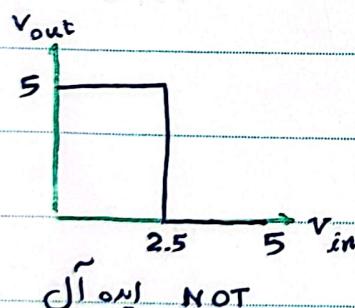
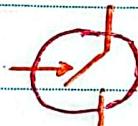
NOT

۶) الگاره های ساخته شده نمی توان ساخت



نماز مند کی ایمان لئے حستم کرے اے دناؤ مطلع و مصل سوو

حال می توان نات را اینلوون ساخت



V_{OH} : ولتاو خروجی که ۱ در نظر گرفته می‌شود

V : " وردیں کے ۱ " ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ جایی در نظر گرفته می شود کہ سب نمودار ۱ می مسعود

-1 " " " " " " " " " " " " " " " " " " ; V_{LL}

Subject :

Year : Month : Date :

$$Z = V_{IH} - V_{IL} \quad V_{OH} - V_{IH} = NM_H \quad \therefore \text{Noise Margin High}$$

also, $V_{IL} - V_{OL} = NM_L$ $\therefore \text{Noise Margin Low}$

جُنْسِ دُوْمِ حَرَسٌ : مَدَارُهَايِ الْكَلْتُرُونِيَّ

مدلرهای ترکیبی \rightarrow (ترکیب ورودی) f = خروجی

ملارهای تریسی — (ترتیب درودی ها)۲۰

$O : O \pm \text{margin}$

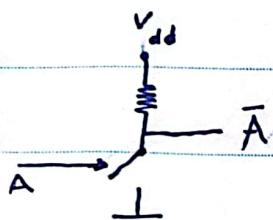
$$1: V_{dd} = 5V \pm \text{margin} \quad \text{کیمی ملکہ}$$

دابستہ بے مسئلہ

گفتہ

$$A \rightarrow \bar{A} \rightarrow \text{ان لیت و هیچ لیت دیگری را NOT}$$

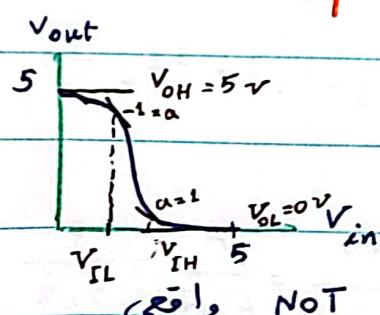
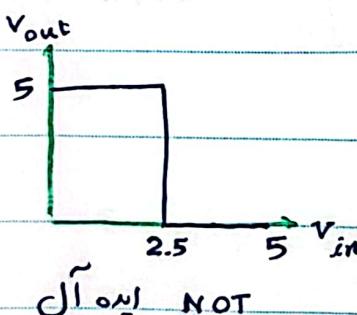
b) المان های ساخته شده نیازمند ساخت



حل مسئله نات، اینلئون ساخت



میرزا فخر ستوان



V: ولتاً خروجي كـ 1 در نظر رفته من سود

V_{TN} : " وردی کے ۱ " ، جایی در نظر گرفتہ میں شود کم سبب نمودار ۱ میں مسودہ

.. -1 " " " 0 0 0 + 63' 0 " 0 " " : V

$$Z = \frac{V_{IH} - V_{OL}}{I_H} \quad V_{OH} - V_{IH} = NM_H \quad \therefore \text{Noise Margin High}$$

مقدار
متغير

$$\frac{V_{IL} - V_{OL}}{I_L} = NM_L \quad \text{Noise Margin Low}$$

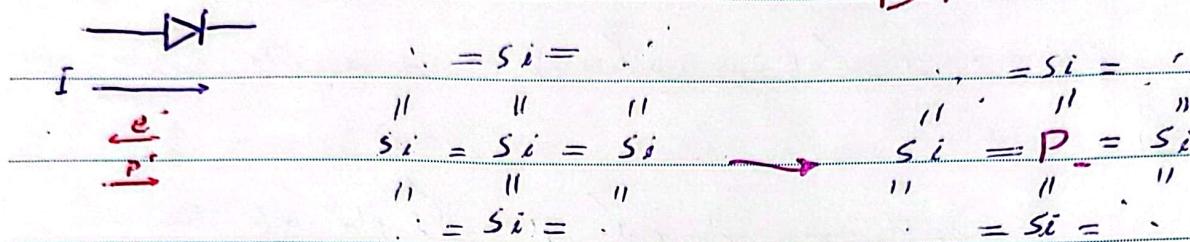
مدار
منظمه

منطق

Noise Margin Low

Noise Margin Low

دیده د



لیکن

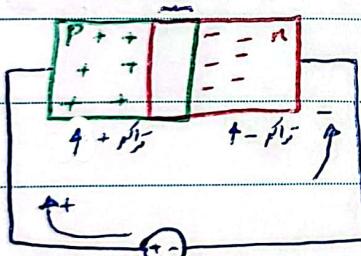
الكترون اخفاختي ندارم

(neg) n نوع بـ لـ , وـ , وـ

$$\begin{matrix} & = Si = & \\ \parallel & & \parallel \\ Si & = B_* & = Si \\ \parallel & & \parallel \\ & = Si = & \end{matrix}$$

دو صفحه‌ی نیمه‌رسانای $n = p$ را روی دریچه‌ی لذارم.

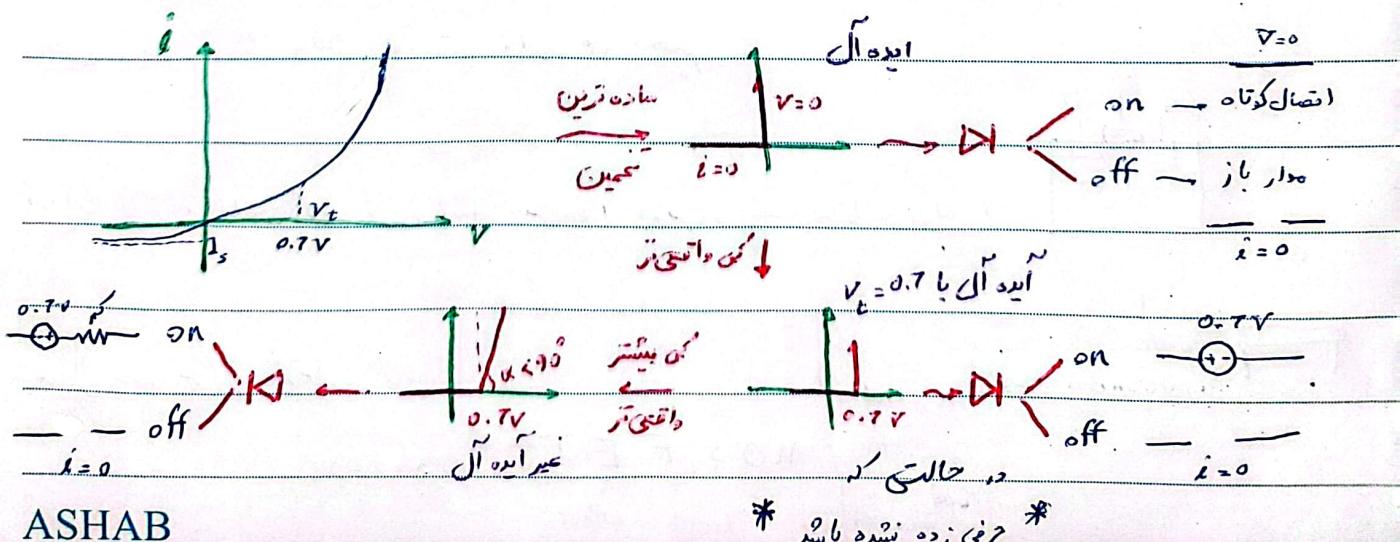
حکایت (خنثی)



با افزایش بارهای در این انتقال این بارهای بینجنس تعابرات حسی جوان عبور می‌کند

(pos) P عَلِيٌّ بْنُ مُحَمَّدٍ، رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ

اما اگر صنع بر عکس و مدل من می باشد دو صفحه کم می سود و رسانای آن کاهش می باشد پس علی‌لدار جایند سود



ASHAB

در سوالات دارای دیود باید ابتدا تشخیص دهیم که آنها روشن یا خاموش

دیود روشن : جریان ضخیم باید از سر مثبت منبع جایگزین دیود وارد شود

دیود خاموش : ولتاژ دو سر سیم مل جایگزین دیود باید کمتر از 0.7 باشد

در یک مدار ماید تهمار ترکیب های مhalten برای روشن و خاموش بودن دیود ها بررسی کرد

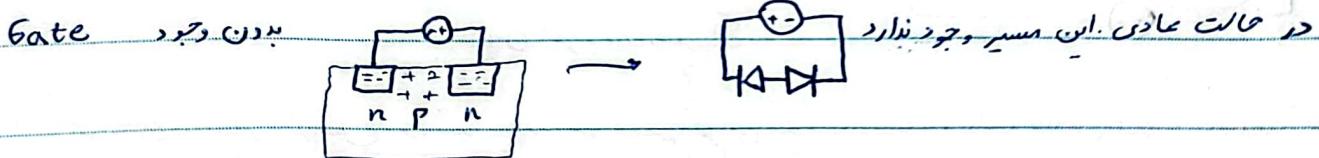
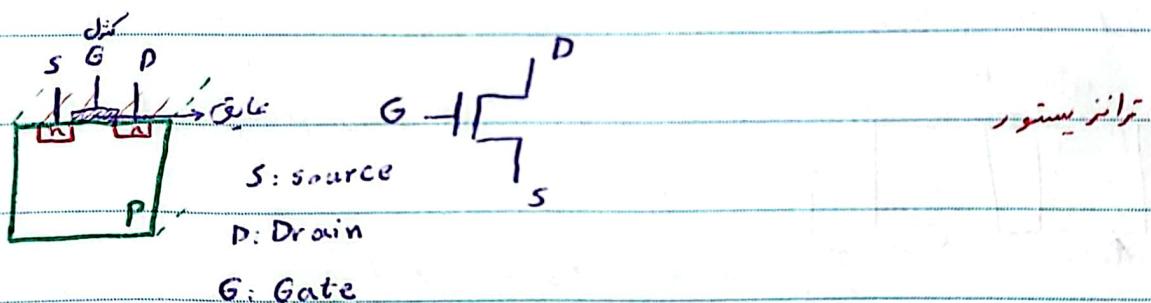
$$i = I_s (e^{\frac{V}{nV_t}} - 1)$$

تایع دماس

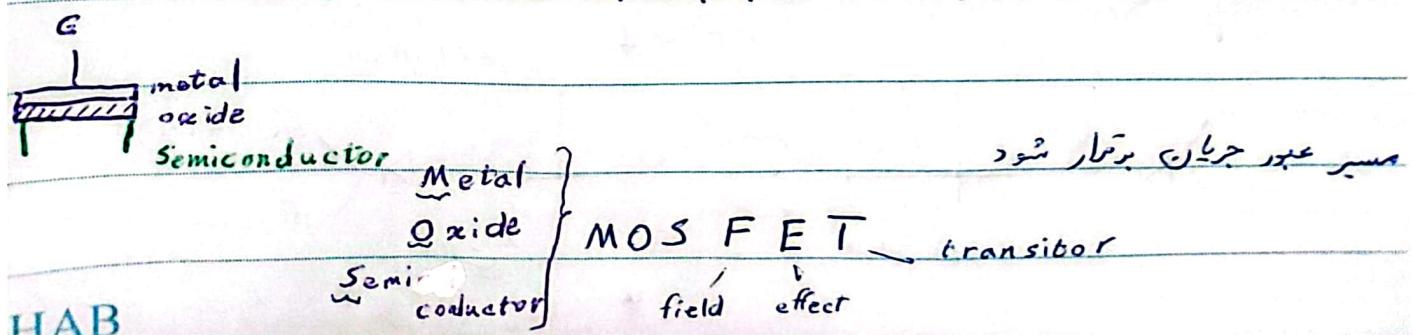
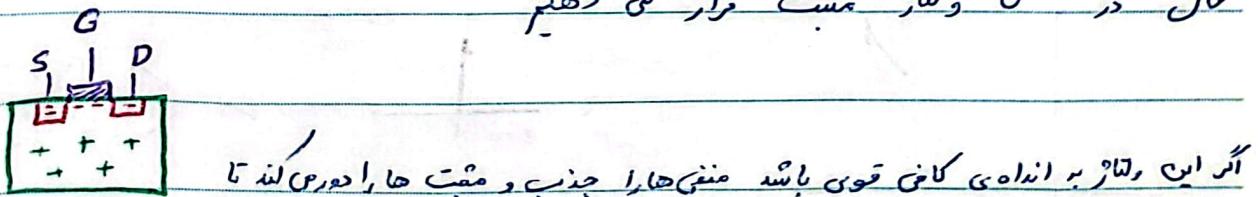
$V = 2.5 \text{ mV}$

نمودار کلی دیرد به این صورت است

حدی بسیار کوچک



حال در G ولتاژ مثبت قرار می دهیم



Subject :

Year :

Month :

Date :

$$V_{DD} = 5V \quad \text{برای} \quad V_o \quad \text{چقدر باید?}$$

$$V_t = 0.7V$$

$$V_{DD} = 0.3 - 0.4V \quad \text{برای} \quad V_o$$

$$V_o < 0.1V$$

* $V_G \uparrow \rightarrow J_{DS}^{\text{max}} \uparrow \rightarrow \text{متغیر کانال} \Rightarrow V_t > V_G$ صورت عبوری زیاد شود

$$V_D - V_S = \text{ثابت}$$

$V_D - V_S \uparrow \rightarrow$ جریان عبوری زیاد

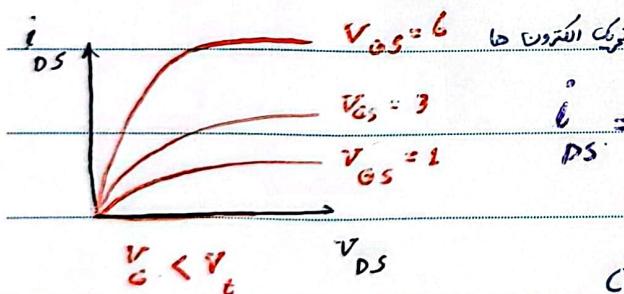
$$V_G - V_S = \text{ثابت}$$

V_D به قدر زیاد شود که قوی تر از V_S شود، نتیجتاً در کانال V_D اگر $V_D > V_S$

$$V_G - V_D = V_t$$

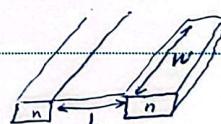
معادله تانتنلی اوج:

تسکیل شود



$$i_{DS} = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_{th}) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

$$C_{ox} = \frac{\epsilon_{ox}}{t_{ox}}$$



معادله در نظر گرفته اوج ثابت است و نقطه اوج ثابت است

$$V_{GS} < V_{th} : \text{off}$$

$$i_{DS} = 0 \quad \text{کی} \quad V_{DS} < V_{GS} - V_{th}, \quad i_{DS} = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} \left[(V_{GS} - V_{th}) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

$$V_{GS} > V_{th} : \text{on}$$

$$\text{کی} \quad V_{DS} \geq V_{GS} - V_{th}, \quad i_{DS} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2$$

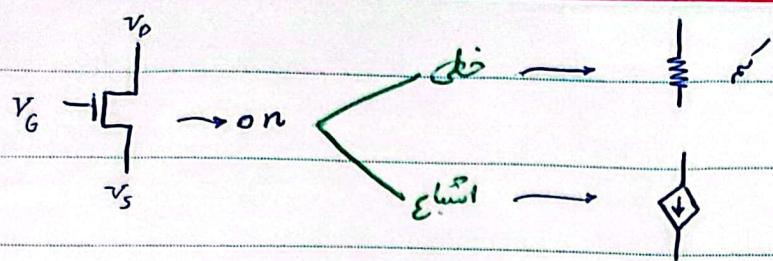
ASHAB

Subject :

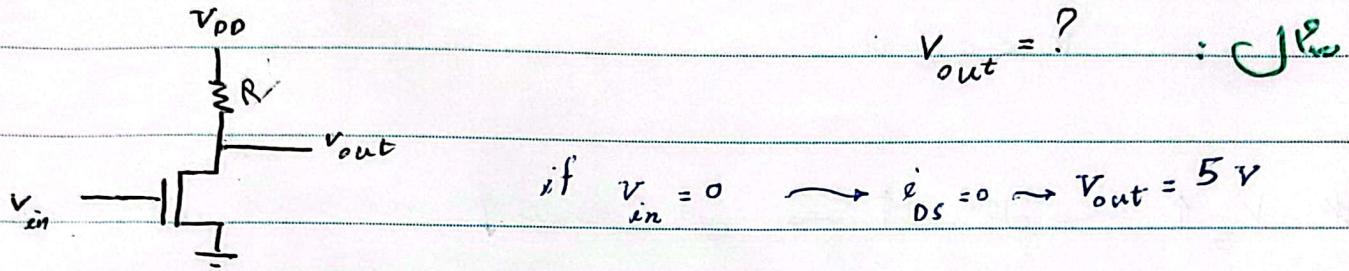
Year :

Month :

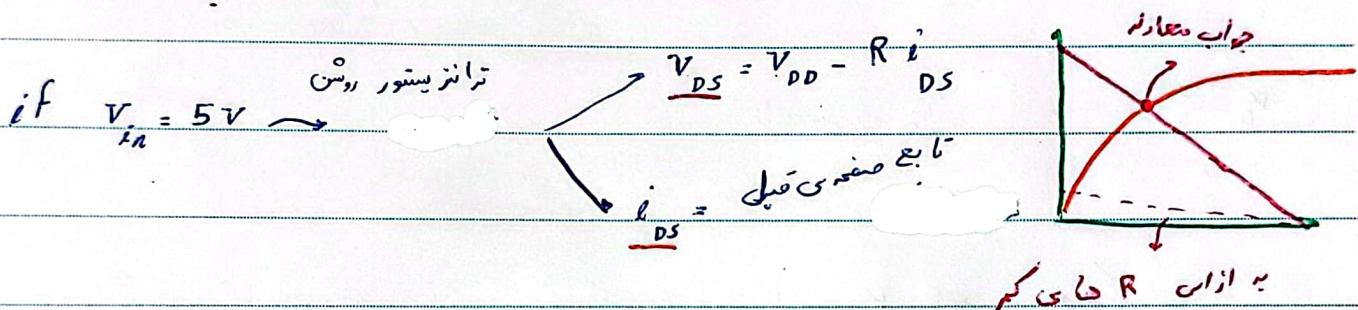
Date :



$$V_{out} = ? \quad : \text{JL}$$

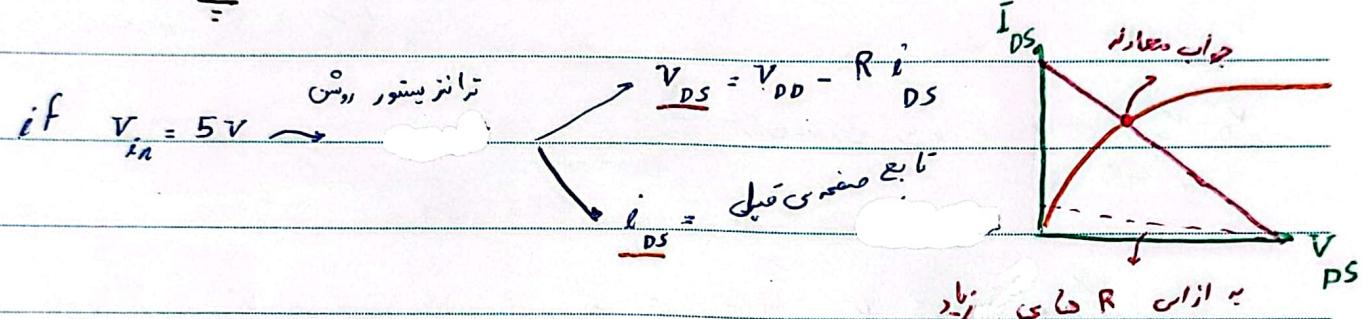
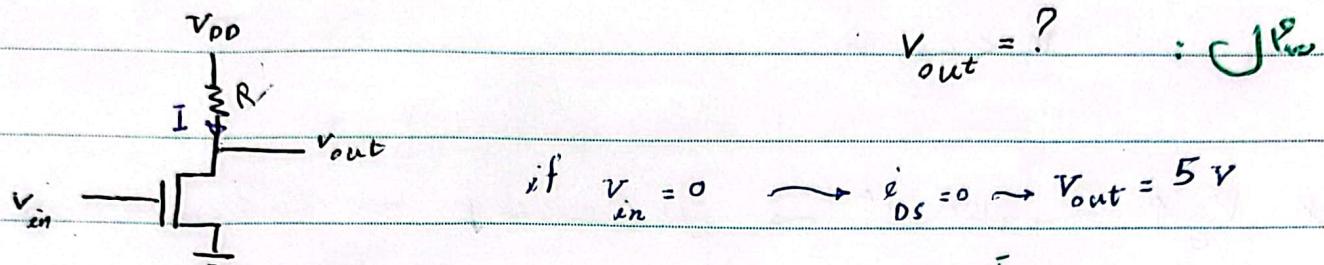
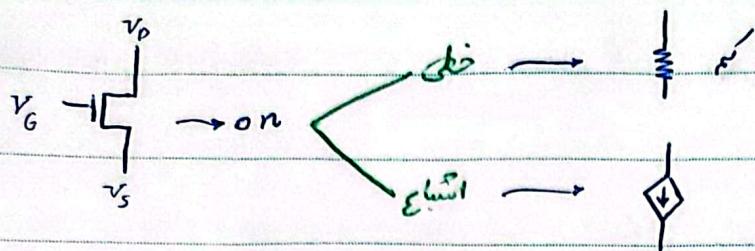


$$\text{if } V_{in} = 0 \rightarrow i_{DS} = 0 \rightarrow V_{out} = 5V$$



subject :

ar : Month : Date :



حال می خواهیم حدی برای R بسازیم

$$I_{max} < \frac{V_{DD}}{R}, \quad I_{max} < I_{sat} = \underbrace{\frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2}_{k}$$

$$I_{max} < \frac{V_{DD}}{R} < I_{sat} : \text{شرط تحریر قدر}$$

$$\boxed{\frac{V_{DD}}{R} < \frac{1}{2} k (V_{GS} - V_{th})^2 \rightarrow \frac{V_{DD}}{R} < \frac{1}{2} k V_{DD}^2 \rightarrow R > \frac{2}{k V_{DD}}}$$

ات ون لزو ما نیست *(کیزیک)* صرف می دانیم خروجی $V_{DD} > V_{GS}$ باز ایکی داریم

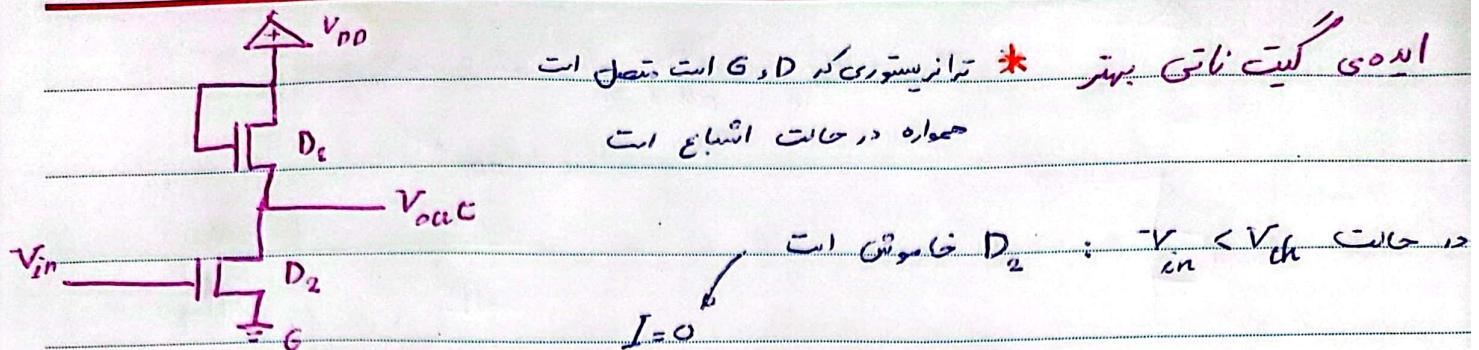
در حالت روشن انلاطف توان داریم

Subject :

Year :

Month :

Date :



$$\frac{I}{D_1} = \frac{1}{2} k (V_{GS} - V_{th})^2 = 0$$

$$V_{GS} = V_S - V_G \rightarrow V_{GS} = V_S - V_{DD}$$

$$V_{out} = V_{DD} - V_{th}$$

$$I = I_{D_2} = I_{D_1} \quad \because V_{th} < V_{in}$$

$$V_{D_2} \approx 0 \quad \text{پلی خاموش} \leftarrow \text{حالت اشباع}$$

$$k_2 \left[(V_{in} - V_{th}) V_{out} - \frac{V_{out}^2}{2} \right] = \frac{1}{2} k_2 (V_{DD} - V_{out} - V_{th})^2$$

$$V_{GS} \quad V_{D_2}$$

$$k_2 = k_1$$

$$(V_{DD} - V_{out} - V_{th})^2 = 2 \left[(V_{DD} - V_{th}) V_{out} - \frac{V_{out}^2}{2} \right]$$

هر دوی این حالتے مطلقاً واحد دارد که در تابع خروجی رتباط برقرار ری ای

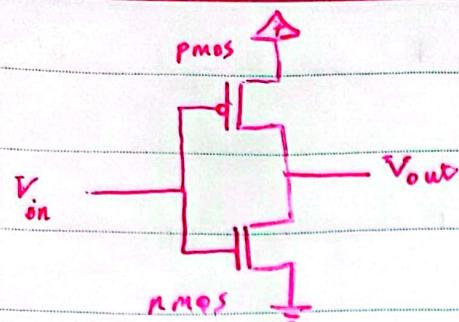
دیگر سی شرط خواهیم داشت که مقداری مطلقاً نداشت باشد

Subject :

Year :

Month :

Date :



$V_{in} \leq V_{th_n} \rightarrow$ nMOS off, pMOS on $\rightarrow I=0 \rightarrow V_{DS_p}=0$ NOT circuit.

$$V_{out} = V_{DD}$$

nMOS
-1

active high

pMOS
-0

active low

$V_{in} > V_{DD} - V_{th_p} \rightarrow$ PMOS off, nMOS off $\rightarrow I=0 \rightarrow V_{DS_n}=0$

ON: $V_{GS} \geq V_{th}$

$V_{GS} \leq V_{th}$

$$V_{out} = 0$$

Condition: $V_{DS} \leq V_{GS} - V_{th}$

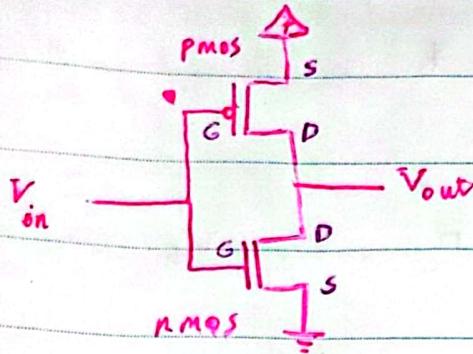
$V_{DS} \geq V_{GS} - V_{th}$

Condition: $V_{DS} \geq V_{GS} - V_{th}$

$V_{DS} \leq V_{GS} - V_{th}$

Condition: $V_{GS} \leq V_{th}$

$V_{GS} \geq V_{th}$

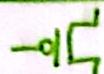


$V_{in} \leq V_{th_n}$ \rightarrow nMOS off $\rightarrow I=0 \rightarrow V_{DS_n}=0$ \rightarrow NOT circuit

$$V_{out} = V_{DD}$$

nMOS

pMOS



active high active low

$V_{in} > V_{DD} - V_{th_p}$ \rightarrow PMOS off $\rightarrow I=0 \rightarrow V_{DS_p}=0$

$$\therefore V_{out} = 0$$

on: $V_{GS} \geq V_{th}$

$V_{GS} \leq V_{th}$

$$\text{off: } V_{DS} \leq V_{GS} - V_{th}$$

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_{th}$$

$$\text{on: } V_{DS} \geq V_{GS} - V_{th}$$

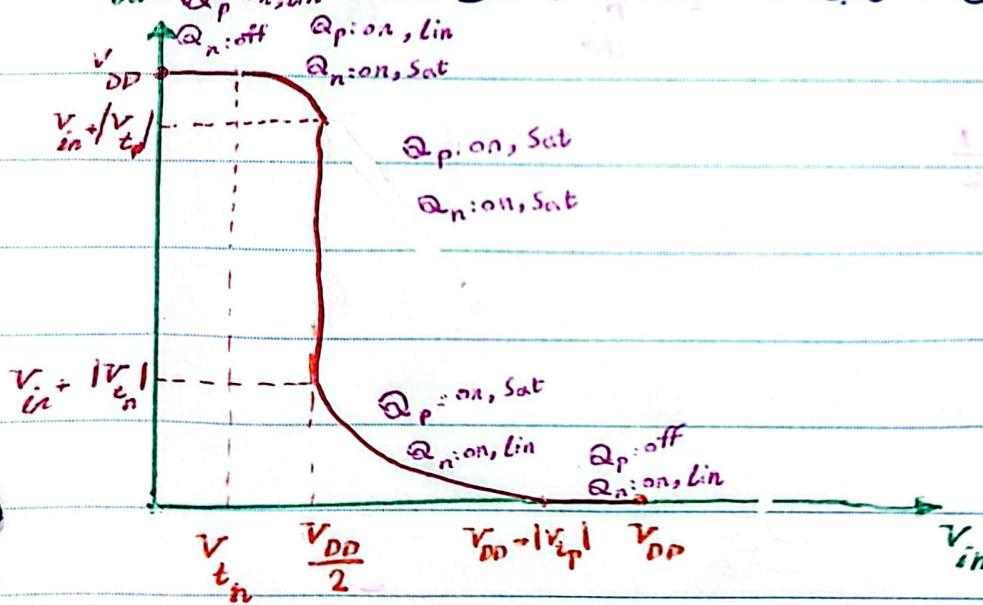
$$V_{DS} \leq V_{GS} - V_{th}$$

on: $V_{GS} \geq V_{th}$

off: $V_{GS} \leq V_{th}$

V_{out} \propto V_{in} , V_{in} \propto V_{out} \Rightarrow V_{TC}

و این چیز



$$\text{PMos: } V_{DS_p} = V_{GS_p} - V_{th_p} \rightarrow V_{out} = V_{DD} - V_{in} - V_{th_p}$$

مزهای تغیر حالت

این بروط زین زودتر قضی می شود

و خوب است

$$\text{nMos: } V_{DS_n} = V_{GS_n} - V_{th_n} \rightarrow V_{out} = V_{in} - V_{th_n}$$

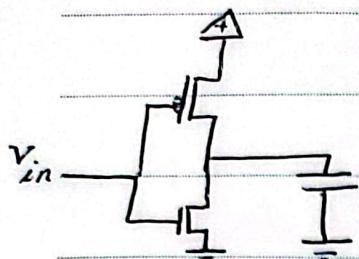
Subject :

Year :

Month :

Date :

مثال : در مثال تغییرات ولتاژ خازن را باید



$$E = \int P dt = \int V_{DD} \cdot i \cdot dt \rightarrow$$

بنجع

$$\rightarrow i \cdot dt = V_{DD} \cdot Q = V_{DD} \cdot C V_{DD} = C V_{DD}^2$$

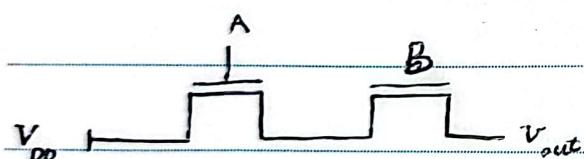
در حالت که باز خازن برابر نصف این مقدار است پس بار در ترانزیستور تلف نمود

در صفر شدن V_{out} :

تمام بار روی خازن حال در ترانزیستور دوم تلف نمود

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow P = C V_{DD}^2 f$$

) فرمولی است که مانع افزایش نرکاش است در طراحی مدارها



مثال : خروجی مدار را مشخص کنید

$$V_{out} = V_{DD} - \max(V_{t_A}, V_{t_B}), \quad A = B = V_{DD}$$

در این حالت هر دو ترانزیستور بعشان اند و فردیجی ترانزیستور اول $V_{DD} - V_{t_A}$ است و ترانز

خاسونی می رود و با همین استدلال خروجی ب حالت B می تواند

در هر حالت دیگر خروجی

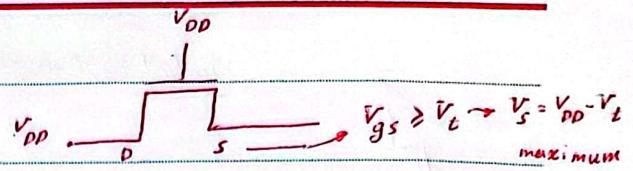
Subject :

Year :

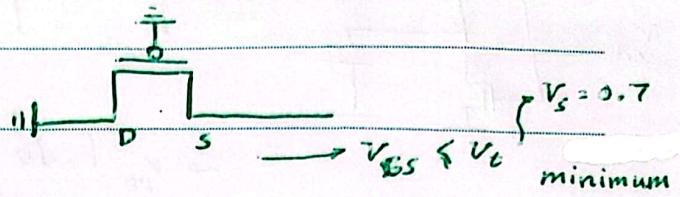
Month :

Date :

وکار بسته
نام
n mos S D

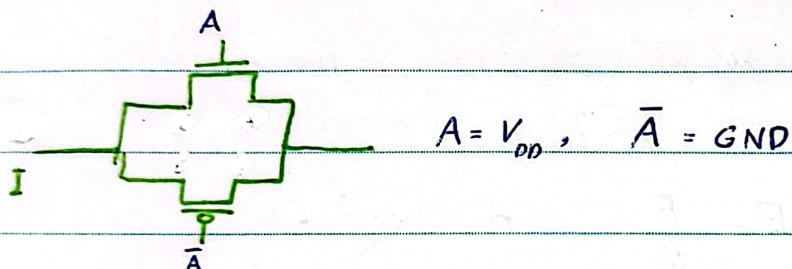


p mos D S



یک را ضعیف عبور میدهد nMos صفر را ضعیف عبور میدهد

یک را بدون محدود عبور میدهد صفر را بدون محدود عبور میدهد



برای حل این

در ابتدا جریان از حدو ترانزیستور عبور می‌کند تا V_{out} را بالا می‌کند

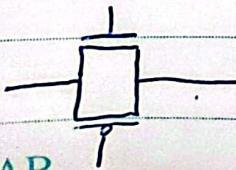
باید در حالتی که nMOS به مرز خاسوسی رسیده باشد جریان دزدیده از pMOS وجود دارد

و V_{out} را تا 2 منفعتی بالا می‌کند

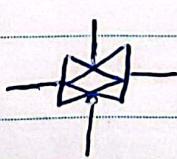
در ابتدا جریان از حدو ترانزیستور عبور می‌کند تا V_{out} را پس می‌کند

باید در حالتی که PMOS به مرز خاسوسی رسیده باشد جریان دزدیده از nMOS وجود دارد و V_{out} را تا 2 منفعتی پس می‌کند

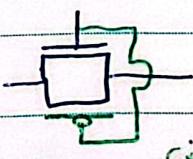
ب این موجود، TG می‌گویند



!



!



با پسوندر

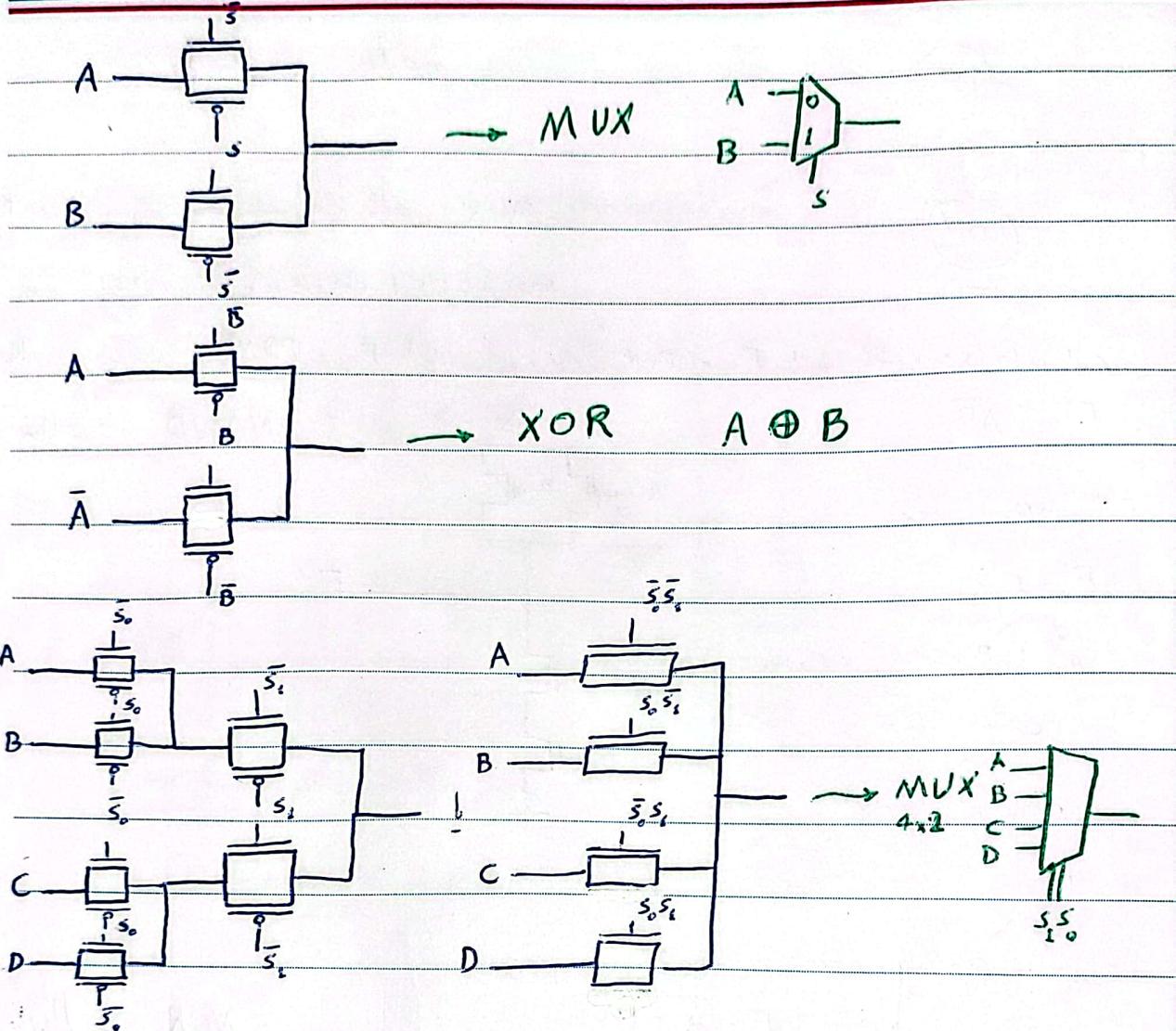
ASHAB

Subject :

Year :

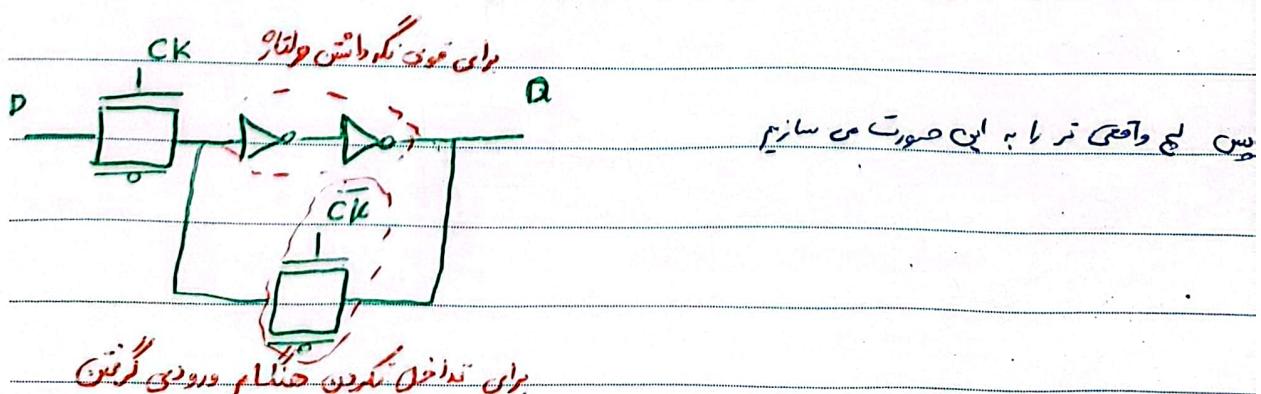
Month :

Date :

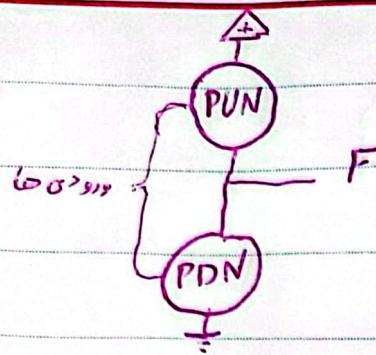


مدارهای ترتیبی

برای تقویت اینه ال یک لج است ولی جون سیم ها دارای مقاومت اند $\rightarrow TG$ خود latch



دست CMOS میان طایف



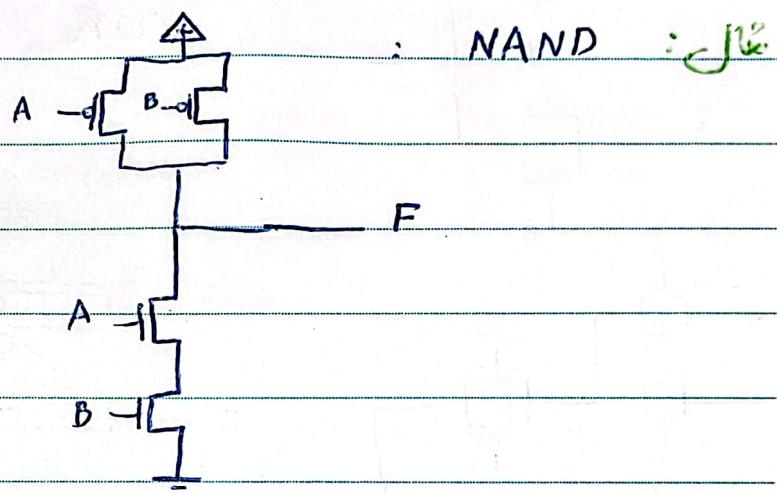
* در این دست بخلاف دست ملاحتی MUX

نویز را از ورودی به خوبی بگیرید

برای تهییت $F = \overline{AB}$ ، PUN را با نات ورودی های سازیم

$$F = \overline{AB}$$

pull up باری



$$F = 1$$

$$\begin{array}{c} / \\ A=0 \end{array} \quad \begin{array}{c} \backslash \\ B=0 \end{array}$$

مواری

pull down باری

: NOR :

pull up باری

$$F = 1$$

$$\begin{array}{c} / \\ A=0 \end{array} \quad \begin{array}{c} \backslash \\ B=0 \end{array}$$

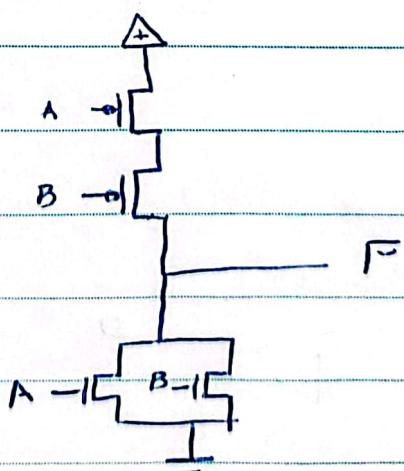
بر

pull down باری

$$F = 0$$

$$\begin{array}{c} / \\ A=1 \end{array} \quad \begin{array}{c} \backslash \\ B=1 \end{array}$$

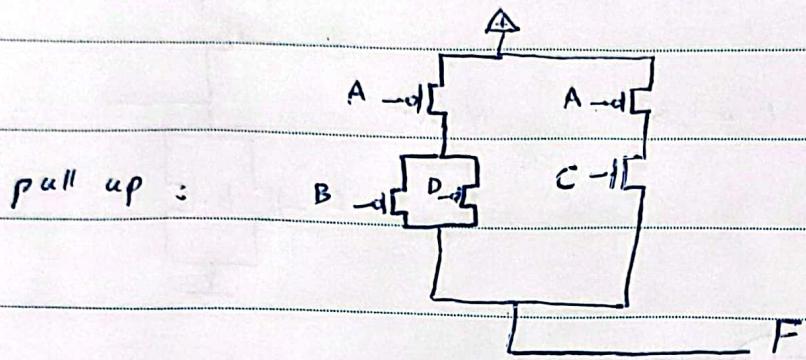
مواری



$$F = \overline{A} \cdot (\overline{B} + \overline{D}) + A \cdot C$$

مثال :

(ایت (ان لحاظ موانع و سری بعدی) pull down میگیرد) & Pull up *



$$F = AB$$

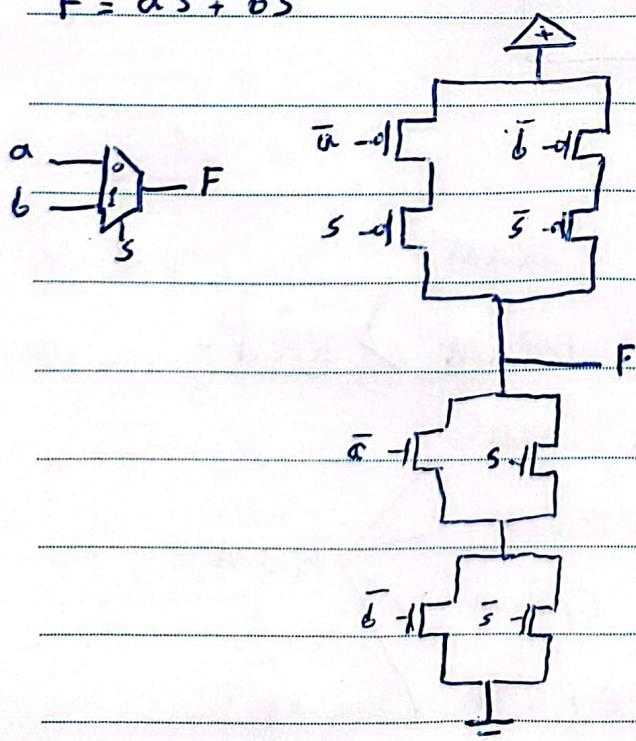
مثال : حال اگر خروجی نات نبود

۱) متوافق \bar{F} ، تولید کننده نهایی

۲) نات و دریخ خروجی را می سازیم

$$F = a\bar{s} + bs$$

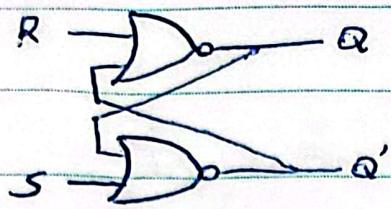
CMOS 1x2 Gate میگردی :



ASHAR

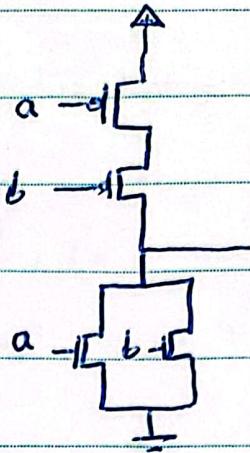
Latch طراحی

SR Latch:

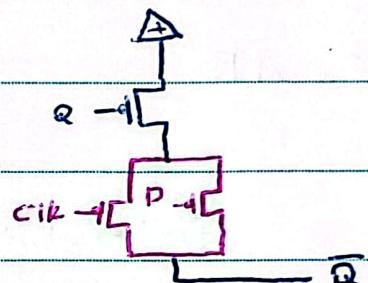
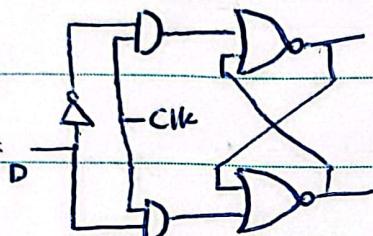


D Latch: پیشنهاد، R لاتچ نیست، S

NOR:



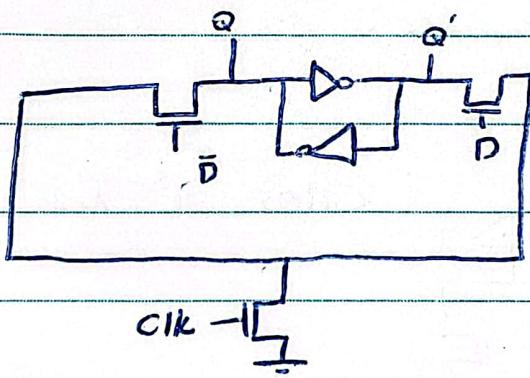
D Latch with clk:



PUN:

AND و NOR میانی است

طراحی با ترازی سه‌تایی
کمتر



SRAM

لذوق

نوشتن راحت تراز خواندن است

DRAM

RAM -

X ROM منسخ شده

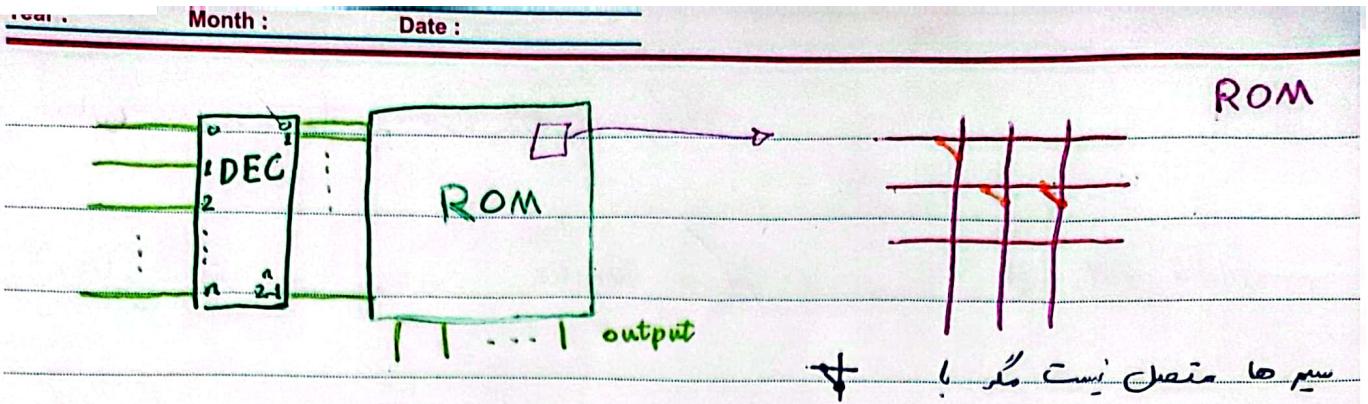
خواندن راحت تراز نوشتن است

X PROM

ROM -

" " " " EPROM تغیری

در حال استفاده E² PROM



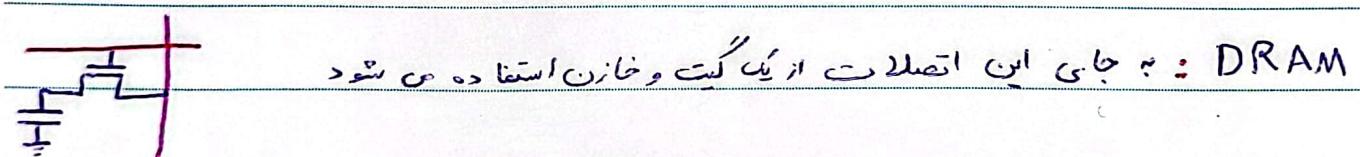
ROM: این اتصالات در کارخانه به وجود نماید

PROM: به جای این اتصالات فیوز موجود است و در مدار نوشت با سوزاندن فیوزها
داده را ذخیره می کنند

EPROM: به جای اتصالات از ترانزیستور حایی حساس به طیف خاصی از نور استفاده می شود

E²PROM: - جای اتصالات از دیگر استفاده من کنید که بادن یک ولتاژ، دائمی کاران
را باز بزارد حتی در صورت قطع برق

RAM



مشکل این مدل: اگر در خازن معامل خروجی ۰/۱۵ از خروجی قبلی باشی مانده باشد

و عقدار جدید، صفر باشد یک انتقال بار اتفاق می افتد و ولتاژ نامعلوم تسلیم می شود

راه حل: استفاده از مداری بنام Amp Sens که اینجا ولتاژ خروجی را است کند و طبق تغییرات ۲ تاها را

Subject :

Year :

Month :

Date :

مسئلہ جدید تر : ولقار ذخیرہ سدھ تغییر کر دے

problem solved

راہ حل جدید تر: پس دوبارہ ^{کشٹ} or write

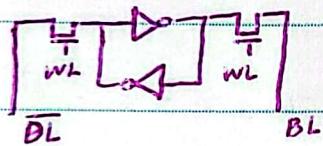
مسئلہ دیگر: خازن بی سرو زمان دشارہ سدھ

problem solved

but at what cost?
↑ CS

راہ حل: مردمت کیا، ^{کشٹ} or refresh

کم احتلاط از کی ساختار، مانند استفادہ میں لatch : : SRAM



→ Converter