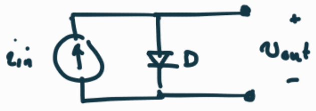
تمرین سری ۵ - الکترونیک ۱ ((*) تحویل اختیاری ، (SP) یعنی جواب را با اسپایس هم چک کنید)

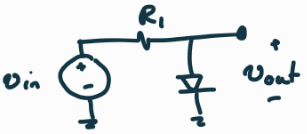
(SP) ۱- با اسپایس نشان دهید روابطی که در سوال ۲ تمرین ۴ بدست آوردیم صادق است! (عملکرد ترمومتر پیشنهادی مسأله ۳ را هم بررسی کنید) (*)

(SP) ۲- دیودی داریم با $I_S = 5\times10^{-16}A$. الف) برای مدار روبرو v_{out} برحسب i_{in} را رسم کنید ($0 < i_{in} < 2^{mA}$)



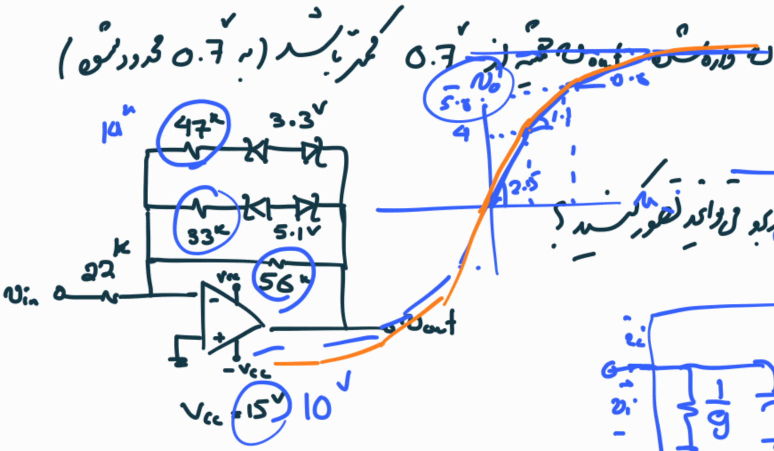
ب) الف را تکرار کنید اگر $R_1 = 1^{k\Omega}$ موازی دیود باشد. به ازای چه i_{in} جریان عبوری از D و R مساوی هستند.

ج) R_1 را طوری تعیین کنید که $I_D = 1^{mA}$ @ $i_{in} = 2^{mA}$

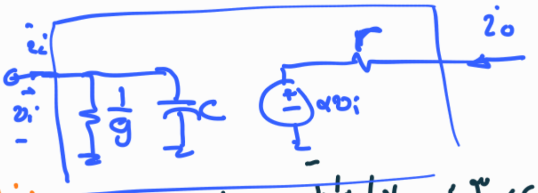


د) برای مدار روبرو و $R_1 = 500^{\Omega}$ v_{out} برحسب v_{in} را رسم کنید ($-2^V < v_{in} < 2^V$). به ازای چه مقدار v_{in} ولتاژ مساوی بین D و R_1 تقسیم می‌شود.

هـ) در مدار قبل R_1 را طوری تعیین کنید که در محدوده v_{in} وارده شکل v_{out} همیشه از 0.7^V کمتر باشد (به 0.7^V محدود شود)

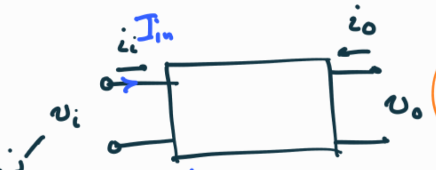


(*) ۳- مشخصه v_{out} - v_{in} مدار روبرو. کاربردی برای مدار چه می‌توانید تصور کنید؟



$$\begin{cases} i_i = g v_i + C\left(\frac{dv_i}{dt}\right) \\ v_o = a v_i + r i_o \end{cases}$$

۴- یک المان مداری ۳ سر روابط مطابق روبرو دارد. یک مدل مداری جایگزین این المان مداری ارائه کنید!



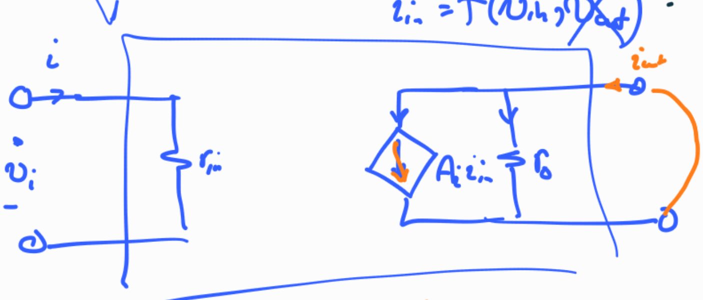
$$\begin{cases} i_i = I_1 e^{\frac{v_i}{v_{th}}} \\ i_o = \beta\, i_i \left(1 + \frac{v_{out}}{V_A}\right) \end{cases}$$

۵- روابط جریان-ولتاژ مدار دو دهانه (2-port) مطابق شکل روبرو است. الف) آیا این مدار را می‌توان بصورت تقویت کننده یک طرفه مدل کرد؟ از میان ۴ ساختار تقویت کننده یک ساختار را انتخاب کنید و برای تقویت کننده مدل خطی شده سیگنال کوچک ارائه کنید (فرض کنید جریان‌های بایاس دهانه‌های ورودی و خروجی $i_i = I_{in}$ ، $i_o = I_{out}$ است)

سیگنال بزرگ

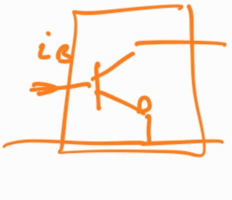
ب) مدل قسمت الف) را به سه آرایش دیگر تقویت کننده تبدیل کنید.

$i_{in} = f(v_{in}, \cancel{v_{out}})$

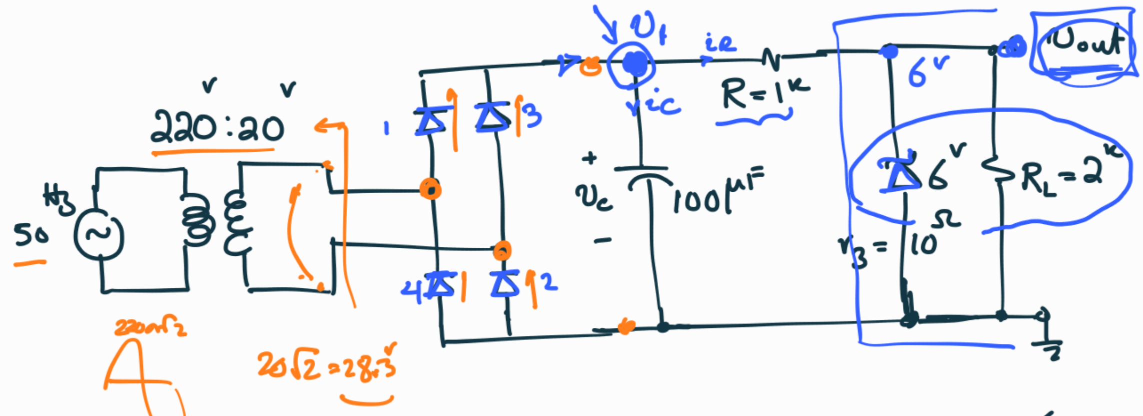


$$r_{in} \triangleq \frac{\partial v_{in}}{\partial i_{in}}\Big|_Q = \frac{1}{\left(\frac{\partial i_{in}}{\partial v_{in}}\right)}\Big|_Q = \frac{1}{\frac{1}{v_{th}} I_1 e^{v_i/v_{th}}}\Big|_Q = \frac{v_{th}}{I_{in}}$$

$$A_i \triangleq \frac{\partial i_{out}}{\partial i_{in}} = \beta\left(1+\frac{v_{out}}{V_A}\right)\Big|_{v_{out}=0} = \beta$$



$$r_o \triangleq \frac{\partial v_{out}}{\partial i_{out}} = \left(\frac{\partial i_{out}}{\partial v_{out}}\right)^{-1} = \frac{1}{\frac{\beta i_{in}}{V_A}}\Big| = \frac{V_A}{\beta I_{in}}$$



$V_{D_{ON}} = 0.7^v$ _ 4 (SP)

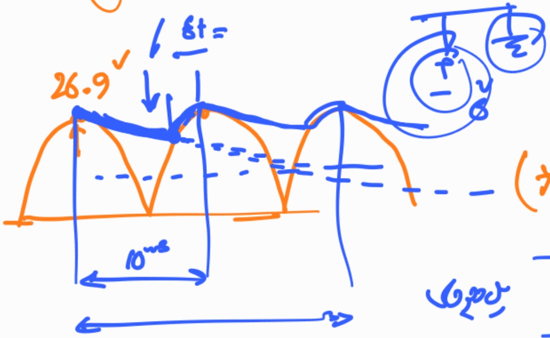
پیدا کنید v_c (ولتاژ خازن)

$v_{rpp\,c}$ و $v_{rpp\,out}$

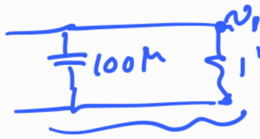
← ریپل ولتاژ خروجی دو سر خازن

مشخصات لازم برای دیودها (حداقل ولتاژ شکست دیود، و جریان)

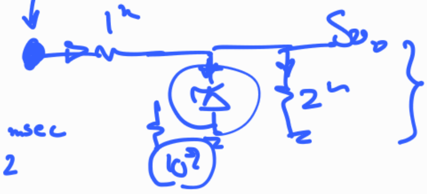
توان تلف شده بر روی همه المان‌ها $P_c, P_{ZD}, P_D, P_R, P_{R_L} = \frac{6^2}{2^k}$



$\frac{1}{50\,Hz} = 20^{msec}$



$V_{rpp} = \frac{26.9 \times 10^{msec}}{RC} = 2.69^v$ (RC: $100^\mu \times 1^k$)



$V_{o\,pp} = \frac{10}{1010} \times 2.69 = 26^{mV}$ ($\frac{1}{100}$)

$\delta t = \sqrt{\frac{2V_{rp}}{V_m}} \times \frac{T}{2\pi} = 1.42^{msec}$

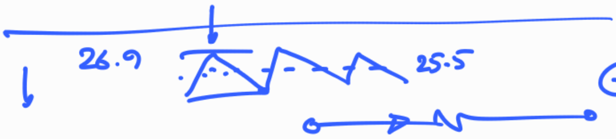
$\frac{i_{Dmax} \times \delta t}{2 \times \frac{T}{2}} = \frac{\left(26.9 - \frac{2.69}{2}\right) - 6}{1^k}$

$i_{Dmax} = 274^{mA}$

$\langle i_D \rangle$ $\langle i_R \rangle$

$\langle i_C \rangle \neq 0$ →

$V_{reverse} = 27^v$

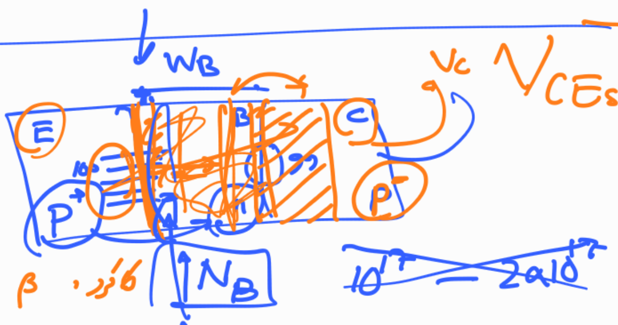


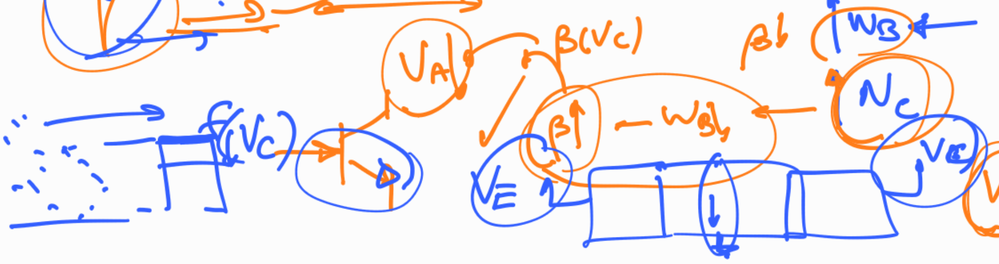
$i_Z = i_R - \frac{6}{2^k}$

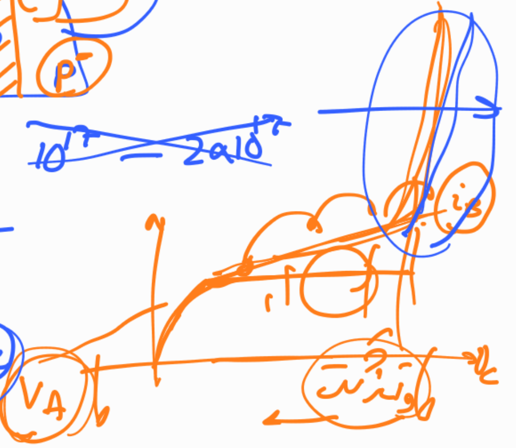
$i_R = \frac{25.5 - 6}{1^k}$

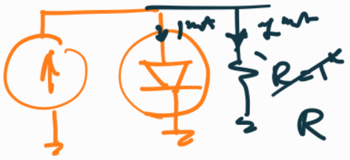
$\langle v \rangle \langle i \rangle = \frac{\langle v \rangle^2}{R} = \frac{(25.5 - 6)^2}{1^k}$

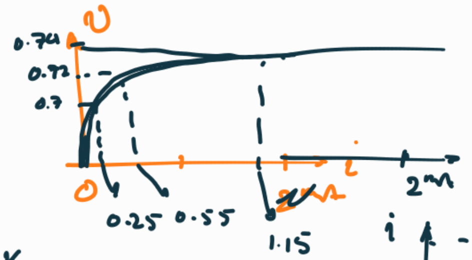
$i_Z \times 6^v = P_{ZD}$





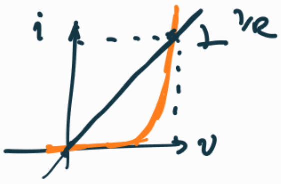






$$i = I_s\left(e^{v/v_{th}} - 1\right)$$

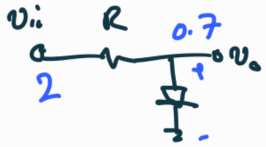
$$v = v_{th} \ln\left(\frac{i}{I_s} + 1\right)$$

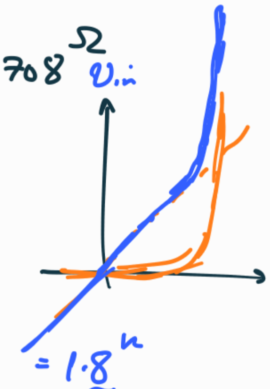


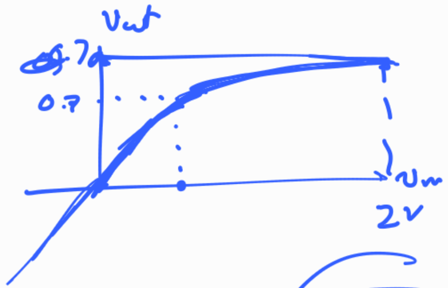
$i = 0.877^{mA}$

$$v = v_{th} \ln \frac{1^m}{I_s} = 0.708^V$$

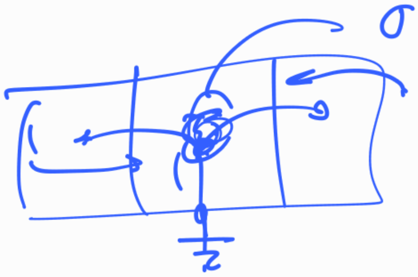
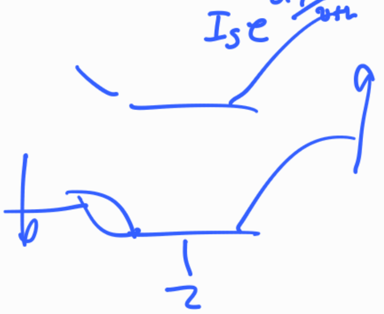
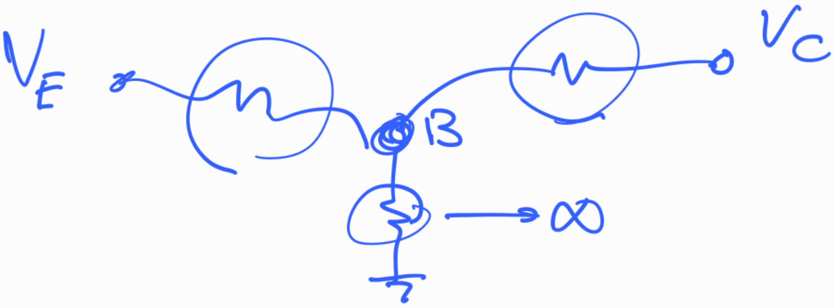
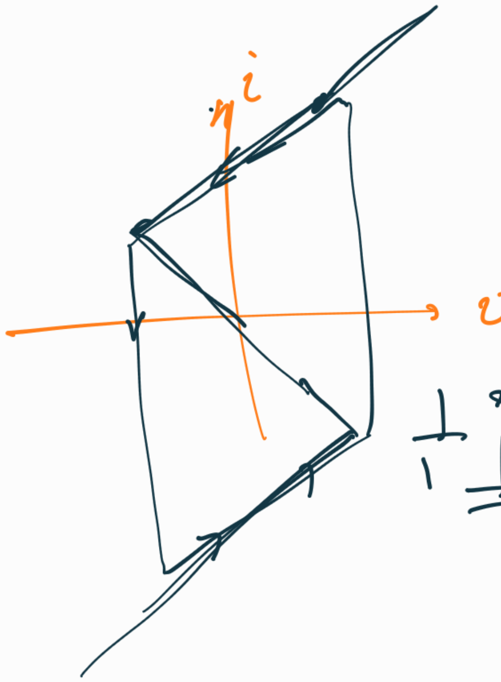
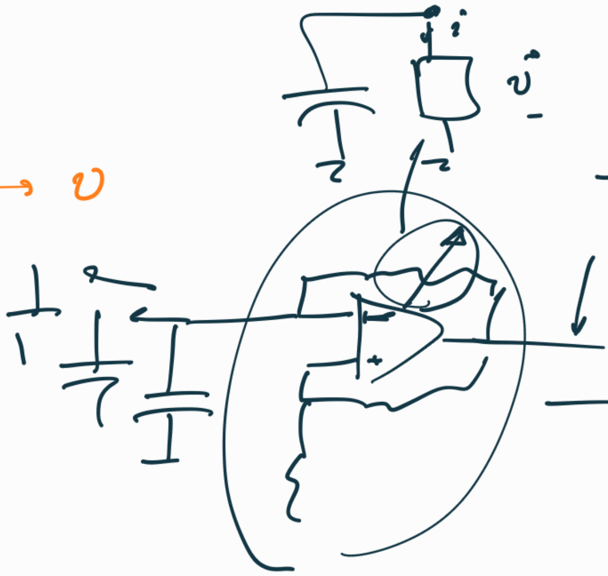
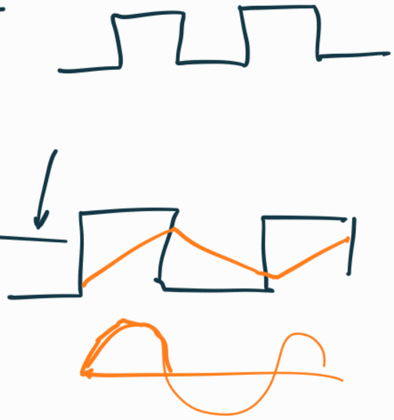
$R = 708\,\Omega$







$v_{out} = 0.717$ ✓

$\sigma = nqv$

$$R_1 = \frac{2 - 0.7}{I_s e^{0.7/v_{th}}} = 1.8^k$$