به نام آنکه جان را فکرت آموخت

نام و نام‌خانوادگی:	شماره دانشجویی:	استاد درس:

آزمون میان نیم‌سال دوم سال تحصیلی ۹۷-۹۶ درس مدارهای آنالوگ

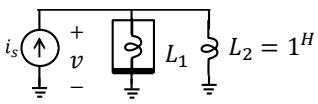
نکات مهم:

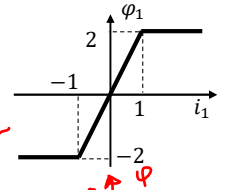
- آزمون جزوه و ماشین حساب و کتاب بسته است.
- تمام مسایل در دمای اتاق حل می‌شوند!
- آزمون شامل ۵ سوال با بارم‌های زیر و مدت امتحان ۱۴۰ دقیقه می‌باشد.
- جواب‌های آخر را در مکان‌های تعبیه شده بنویسید.

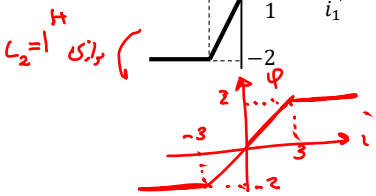
سواال	بارم	نمره
۱	۱۰	
۲	۱۰	
۳	۱۰	
۴	۱۰	
۵	۱۰	
جمع		

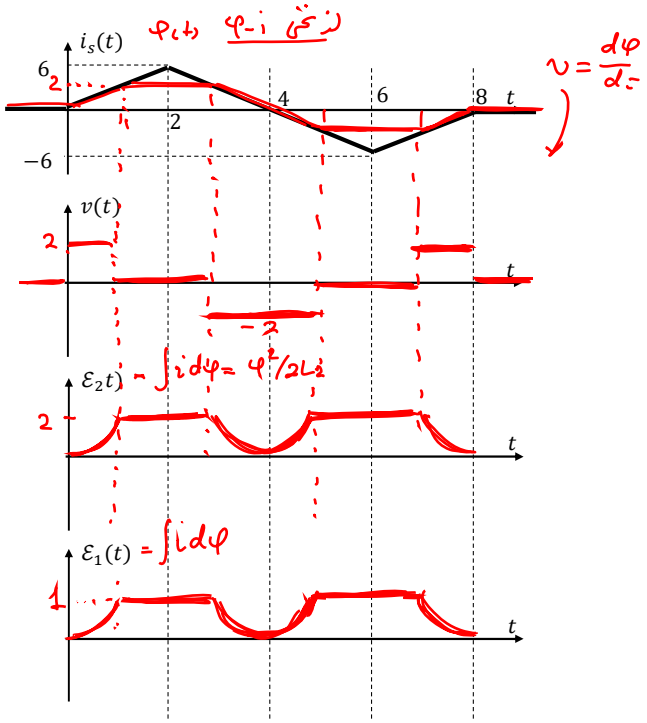
موفق باشید

۱- در مدار زیر سلف خطی L_2 و غیرخطی L_1 با رابطه $\varphi - i$ مطابق شکل‌های زیر موازی شده‌اند. برای $i_s(t)$ مطابق شکل (و مقادیر اولیه صفر برای جریان سلف‌ها) در مکانهای مشخص شده ولتاژ v و $\mathcal{E}_2$ و $\mathcal{E}_1$ و انرژی ذخیره شده در هرکدام از سلف‌ها را با ذکر مقادیر رسم کنید.

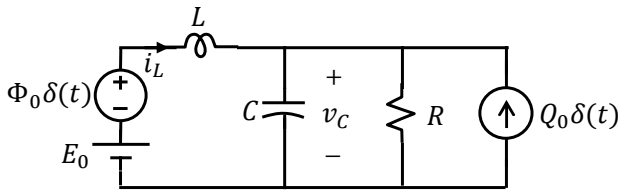








۲ - مداری مطابق شکل روبرو خیلی قبل تر از $t = 0$ بسته شده است و به وضعیت پایدار رسیده است. ولتاژ خازن و جریان سلف را در 0^- و 0^+ و مشتق ولتاژ خازن و جریان سلف را در 0^+ بیابید.



$$v_C(0^-) = E_0$$
$$i_L(0^-) = \frac{E_0}{R}$$
$$v_C(0^+) = E_0 + \frac{Q_0}{C}$$
$$i_L(0^+) = \frac{E_0}{R} + \frac{\Phi_0}{L}$$
$$\frac{dv_C}{dt}(0^+) = \frac{\Phi_0}{LC} - \frac{Q_0}{RC^2}$$
$$\frac{di_L}{dt}(0^+) = \frac{-Q_0}{LC}$$

KVL: $E_0 + \Phi_0\delta(t) = L\frac{di_L}{dt} + v_C(t)$

KCL: $Q_0\delta(t) + i_L(t) = C\frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{R}$ (*)

(*) $\xrightarrow{\int_{0^-}^{0^+}}$ $\Phi_0 = L[i_L(0^+) - i_L(0^-)] \rightarrow i_L(0^+) = \frac{\Phi_0}{L} + \frac{E_0}{R}$

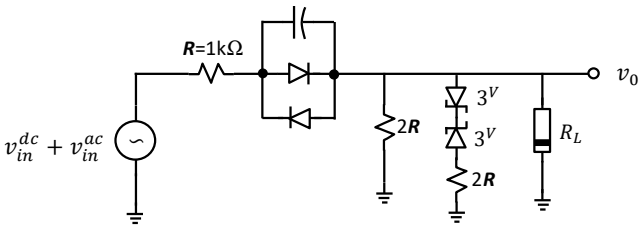
$Q_0 = C[v_C(0^+) - v_C(0^-)] \rightarrow v_C(0^+) = \frac{Q_0}{C} + E_0$

(*) @ $t>0$ $\rightarrow$ $E_0 = L\frac{di_L}{dt} + v_C(t)$, $i_L(t) = C\frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{R}\Big|_{t=0^+}$ $\rightarrow$ $\frac{di_L}{dt}(0^+) = \frac{-Q_0}{LC}$, $\frac{dv_C(0^+)}{dt} = \frac{\Phi_0}{LC} - \frac{Q_0}{RC^2}$

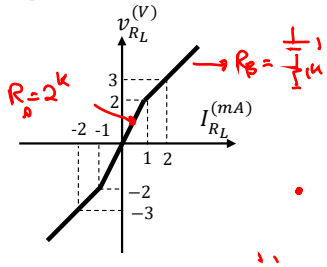
۳- برای مدار زیر با فرض $V_{ON} = V_\gamma = 0.5^V$ و $r_Z = 0$ و خازن به اندازه کافی بزرگ به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) با فرض تغییرات $-15^V < v_{in}^{dc} < 15^V$ ، نمودار v_o برحسب v_i را رسم کنید.

ب) با فرض $v_{in}^{dc} = 10^V$ ، و $v_{in}^{ac} = 20^{mV} \sin \omega t$ مقدار v_o را محاسبه کنید.

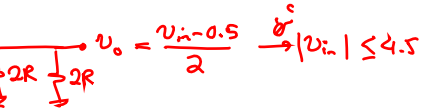
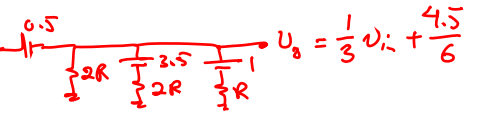


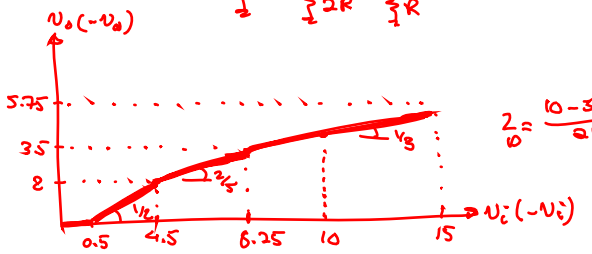
ب) $v_o =$ $4.08^V + \frac{20}{3}^{mV} \sin \omega t$



$R_B = \frac{1}{1^{mA}}$

$R_B = 2^K$

- $|v_i| < 0.5 \rightarrow$ قطع دیود $\rightarrow v_o = 0$
- $|v_o| \le 2 \rightarrow$  $v_o = \frac{v_{in} - 0.5}{2}$ $\rightarrow |v_{in}| \le 4.5$
- $2 \le |v_o| \le 3.5$ زنر روشن $R_B \rightarrow$ $v_o = \frac{2}{5}(v_i + 0.5)$ $\rightarrow 4.5 \le |v_{in}| \le 8.25$
- $|v_o| > 3.5 \rightarrow$ زنر روشن  $v_o = \frac{1}{3}v_i + \frac{4.5}{6}$



$\frac{2}{10} = \frac{10-3.5}{2^K} = 3.25^{mA}$

ب) ac مدل $r_d = V_T / I_D = 25/3.25 = 7$

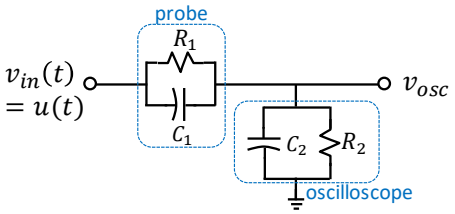
$\frac{v_{oac}}{v_{iac}} = \frac{R/2}{R/2 + R} = 1/3$

۴- شکل روبرو مدار معادل ورودی اسیلوسکوپ و پروب در وضعیت x10 است.

الف) با نوشتن معادله دیفرانسیل ورودی-خروجی، نشان دهید مدار از مرتبه یک است.

ب) با فرض حالت اولیه صفر و ورودی پله واحد، $v_{osc}(t)$ را برای $t > 0$ بیابید.

پ) در سه حالت $C_1 = R_2C_2/R_1$ ، $C_1 > R_2C_2/R_1$ و $C_1 < R_2C_2/R_1$ شکل موج خروجی به ازای ورودی پله را رسم کنید.



$$\frac{v_{osc}}{R_2} + C_2\frac{dv_{osc}}{dt} = \frac{v_{in}-v_{osc}}{R_1} + C_1\frac{d}{dt}(v_{in}-v_{osc})$$

$$(C_1+C_2)\frac{dv_{osc}}{dt} + v_{osc}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = \frac{v_{in}}{R_1} + C_1\frac{dv_{in}}{dt}$$

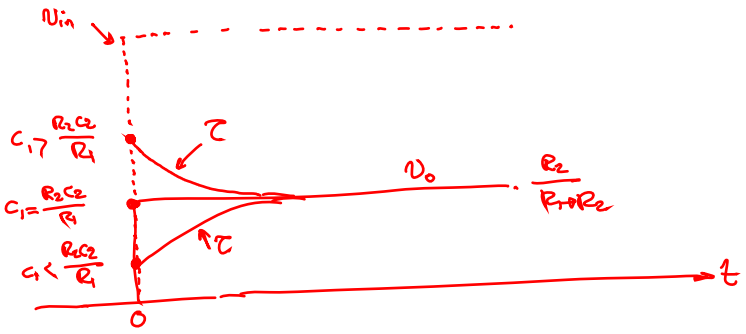
تقسیم طرفین بر C_1+C_2 جایگذاری $\tau = (R_1 \| R_2)(C_1+C_2)$

$$\frac{dv_{osc}}{dt} + \frac{1}{\tau}v_{osc} = \frac{v_{in}}{R_1(C_1+C_2)} + \frac{C_1}{C_1+C_2}\frac{dv_{in}}{dt}$$

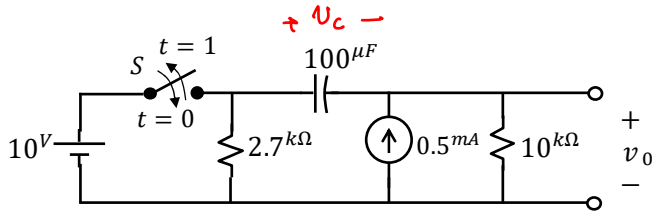
معادله حاکم بر v_{osc} مرتبه اول است با فرض $v_{in}=u(t)$ اگر از طرفین معادله از 0^- تا 0^+ انتگرال بگیریم

$$v_{osc}(0^+) = \frac{C_1}{C_1+C_2}\int_{0^-}^{0^+}\frac{du(t)}{dt}\cdot dt = \frac{C_1}{C_1+C_2}$$

$$v_{osc}(\infty) = \frac{\tau}{R_1(C_1+C_2)} = \frac{R_2}{R_1+R_2} \quad \therefore \quad v_{osc}(\infty) = \frac{C_1}{C_1+C_2}$$ اگر $C_1 = \frac{R_2C_2}{R_1}$ باشد



۵- مدار شکل زیر به وضعیت پایدار رسیده است که سوییچ S ابتدا در $t = 0$ بسته و سپس در $t = 1$ باز می‌شود. v_o را برای تمام زمان‌ها با ذکر مقادیر رسم کنید. $(1/e \cong 0.37)$



ابتدا برای v_c حل می‌کنیم

$v_c(0^-) = -5^V$

$0 < t < 1$: $\tau = RC = 1^s$

$v_{c1} = -5^V$

$v_{cF} = 10 - 5 = 5^V$

$v_c(t) = v_F + (v_I - v_F)e^{-t/\tau}$

$= 5 - 10e^{-t}$

$t > 1$

$v_{cI} = 5 - 10e^{-1} = 5 - 3.7 = 1.3$

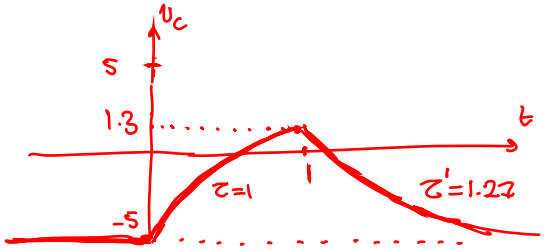
$v_{cF} = -5$

$\tau' = (10^k + 2.7^k)\,100^{\mu F} = 1.27$

$v_c(t) = v_F + (v_I - v_F)\,e^{-\frac{t-1}{\tau'}} = -5 + 6.3e^{-\frac{t-1}{\tau'}}$

$= -5 + 6.3\,e^{-\frac{t-1}{1.27}}$

$v_o = 10^k(0.5^m + i_c) = 5 + 10^k C\frac{dv_c}{dt} = 5 + \frac{dv_c}{dt}$

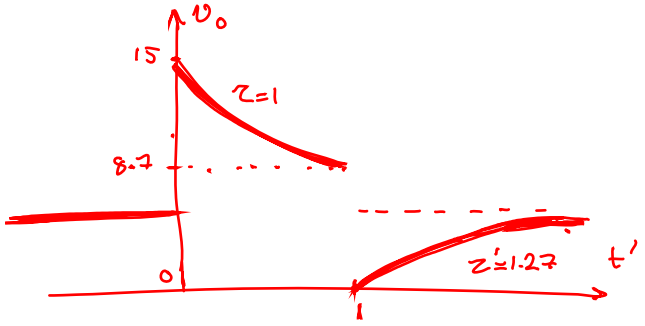


$0 < t < 1$

$v_o = 5 + 10e^{-t}$

$v_o(0^+) = 15$

$v_o(1^-) = 8.7$



$t > 1$

$v_o = 5 - \frac{6.3}{1.27}e^{-\frac{t-1}{1.27}}$

$v_o(1^+) = 5 - \frac{6.3}{1.27} \approx 0$