

(1)

ابتدا مدار داده شده را در نرم افزار رسم میکنیم و ω را یک عدد دلخواه فرض میکنیم $\omega = 10 \text{ rad/s}$

سپس مقادیر امپدانس داده شده در صورت سوال را با استفاده از محاسبات دستی و ω فرض شده مقادیری که باید به عناصر مداری در نرم افزار بدهیم (یعنی مقادیر ظرفیت خازن ها و القاوری سلف ها) را بدست می آوریم

فرض میکنیم $\omega = 10 \text{ rad/s}$ $f_{req} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} = 1.59 \text{ Hz}$

منبع اول: $I = 3 \angle -41^\circ \text{ mA} \rightarrow 3 \times 10^{-3} e^{-41j} \text{ A}$

$i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi) = 3 \times 10^{-3} \cos(10t - 41^\circ) \text{ A}$

تبدیل به فرم سینوسی

$3 \times 10^{-3} \cos(10t - 41^\circ) \text{ A} = 3 \times 10^{-3} \sin(10t + 49^\circ) \text{ A}$

منبع دوم: $I = 5 \angle 13^\circ \text{ mA} \rightarrow 5 \times 10^{-3} e^{13j} \text{ A}$

$i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi) = 5 \cos(10t + 13^\circ) \text{ mA}$

تبدیل به حالت سینوسی

$5 \times 10^{-3} \sin(10t + 103^\circ) \text{ A}$

خازن ها: $Z = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow -j5 \times 10^{-3} = \frac{1}{10j \times C} \rightarrow C = 20 \mu\text{F}$

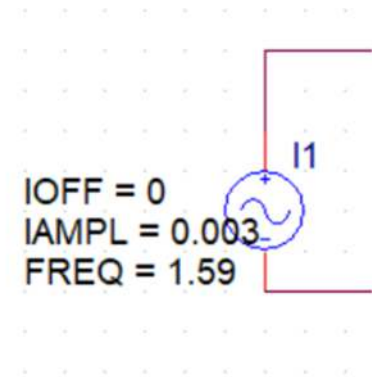
$Z = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow -j3 \times 10^{-3} = \frac{1}{10j \times C} \rightarrow C = \frac{100}{3} \mu\text{F}$

سلف ها: $Z = j\omega L \rightarrow 1j \times 10^{-3} = j10 \times L \rightarrow L = 100 \text{ H}$

$Z = j\omega L \rightarrow 2j \times 10^{-3} = j10 \times L \rightarrow L = 200 \text{ H}$

از منبع های isin استفاده میکنیم

مقادیر منبع جریان را به حالت سینوسی تبدیل میکنیم که بتوانیم در نرم افزار وارد کنیم و مقادیر فاز و ضریب و فرکانس بدست آمده را وارد میکنیم



P1-2

$$3 \times 10^{-3} \cos(10t - 41^\circ) A = \underline{3 \times 10^{-3} \sin(10t + 49^\circ) A}$$

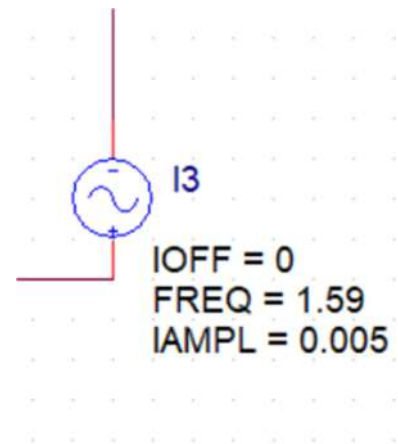
$$phas = -41 + 90 = 49$$



P1-3

$$IOFF = 0, Im = 0.003, f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} = 1.59$$

عرض افقی نمودار را صفر ارد میکنیم و ضریب پشت کسینوس را 0.003 و فرکانس را با استفاده از ω بدست می آوریم



P1-4

$$phas = 13 + 90 = 103$$

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi) = 0.005 \cos(10t + 103^\circ) \text{ mA}$$

تبدیل به حالت سینوس

$$0.005 \sin(10t + 103^\circ) \text{ A}$$

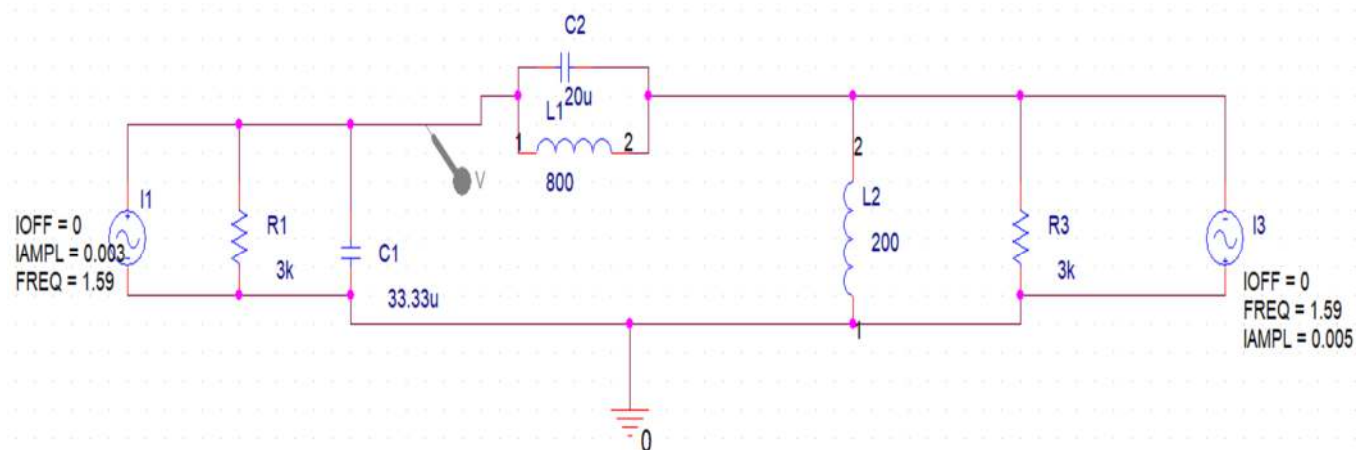
PHASE
103

P1-5

$$IOFF = 0, Im = 0.005, f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} = 1.59$$

عرض افقی نمودار را صفر ارد میکنیم و ضریب پشت کسینوس را 0.005 و فرکانس را با استفاده از ω بدست می آوریم

مدار را رسم میکنیم و مقادیر بدست آمده را می‌دهیم به عناصر مداری



P1-4

حل دستی سوال به شرح زیر است :

$$\omega = 10 \text{ rad/s}$$

$$I_1 = 3 \times e^{-41j} \text{ mA} = 3 \times 10^{-3} \angle -41^\circ \left(\cos(-41^\circ) + j \sin(-41^\circ) \right)$$

$$I_2 = 5 \times e^{13j} \text{ mA} = 5 \times 10^{-3} \angle 13^\circ \left(\cos(13^\circ) + j \sin(13^\circ) \right)$$

$$I_1 = 0.00224 - 0.00194j \text{ A} \quad I_2 = 0.004817 + 0.00112j \text{ A}$$

بار دیگر نodal حل می کنیم

$$\text{KCL 1: } -I_1 + \frac{V_1}{3 \times 10^3} + \frac{V_1}{-3j \times 10^3} + \frac{V_1 - V_2}{-5j \times 10^3} + \frac{V_1 - V_2}{1j \times 10^3} = 0$$

$$I_2 + \frac{V_2}{3j \times 10^3} + \frac{V_2}{3 \times 10^3} + \frac{V_2 - V_1}{-5j \times 10^3} + \frac{V_2 - V_1}{1j \times 10^3} = 0$$

$$-0.00224 + 0.00194j + \left(\frac{V_1}{3} \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{V_1}{3} \times j \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{V_1 - V_2}{5} j \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{-V_1 + V_2}{1} j \times 10^{-3} \right) = 0$$

$$0.004817 + 0.00112j + \left(\frac{-V_2}{3} j \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{-V_2}{3} \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{V_2 - V_1}{5} j \times 10^{-3} \right) + \left(\frac{V_2 - V_1}{1} j \times 10^{-3} \right) = 0$$

$$\bar{V}_1 (0,000333 + 0,000901j) + \bar{V}_r (-0,000075j) = 0,00224 - 0,00194j$$

$$\bar{V}_1 (-0,000075j) + \bar{V}_r (0,000333 - 0,000901j) = -0,000811 + 0,00112j$$

$$\text{سراير} \rightarrow \bar{V}_1 = 0,140 - 9,121j \quad \sqrt{0,140^2 + 9,121^2} = 9,122, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{-9,121}{0,140}\right) = -11,11^\circ$$

$$\bar{V}_r = 1,341 - 1,64j \quad \sqrt{1,341^2 + 1,64^2} = 1,321, \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{-1,64}{1,341}\right) = 284,2^\circ$$

$$\bar{V}_1 = r e^{j\phi} = 9,122 e^{-11,11j} = 9,122 \cos(10t - 11,11^\circ)$$

$$\bar{V}_r = r e^{j\phi} = 1,321 e^{284,2j} = 1,321 \cos(10t + 284,2^\circ)$$

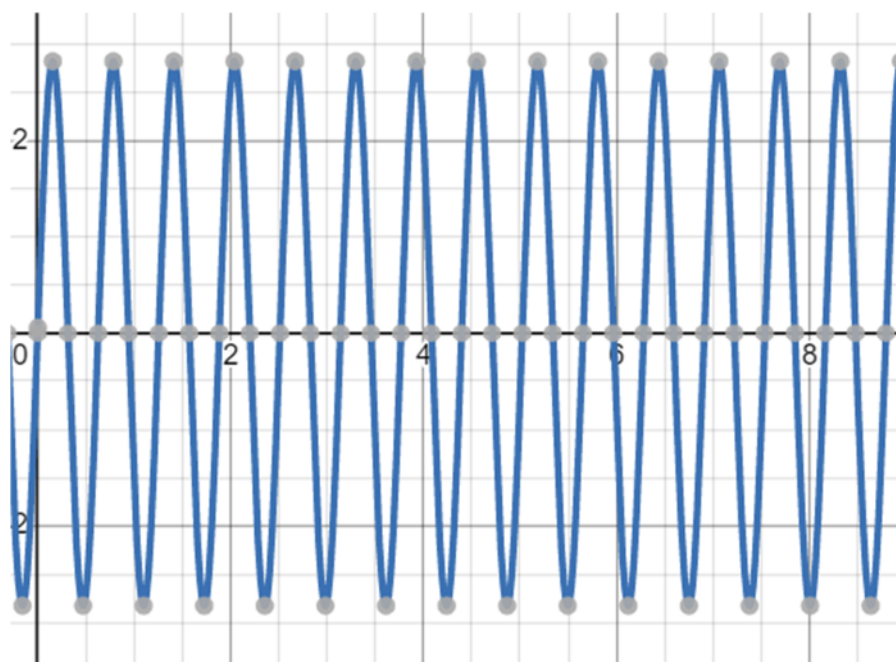
$$\bar{V}_{C1} = \bar{V}_1 - 0 = \bar{V}_1 = 9,122 \cos(10t - 11,11^\circ)$$

$$\bar{V}_{C_r} = \bar{V}_1 - \bar{V}_r = 9,122 \cos(10t - 11,11^\circ) - 1,321 \cos(10t + 284,2^\circ)$$

$$i_{L1} = \frac{\bar{V}_1 - \bar{V}_r}{1j \times 10^{-3} \Omega} = \frac{9,122 \cos(10t - 11,11^\circ) - 1,321 \cos(10t + 284,2^\circ)}{1j \times 10^{-3} \Omega}$$

$$i_{L_r} = \frac{\bar{V}_r - 0}{1j \times 10^{-3} \Omega} = \frac{1,321 \cos(10t + 284,2^\circ)}{1j \times 10^{-3} \Omega}$$

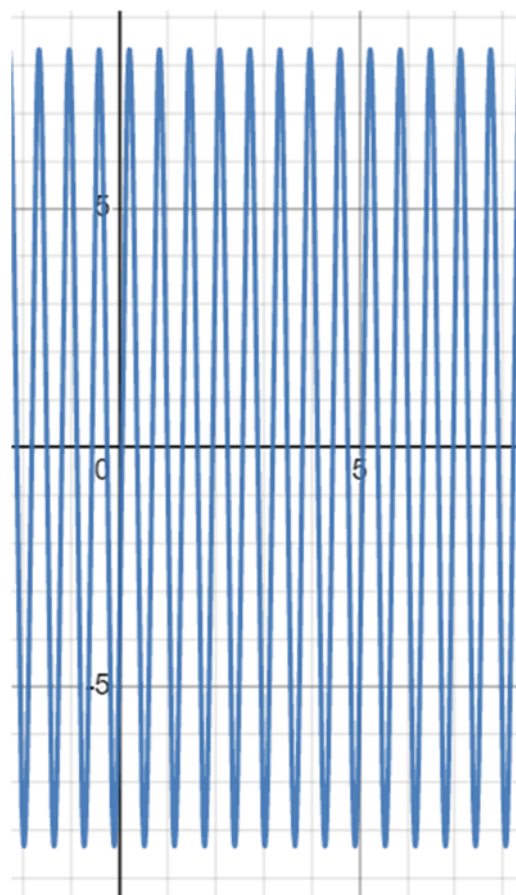
نمودار معادله 2 سر خازن اول که در حل دستی بدست آمد



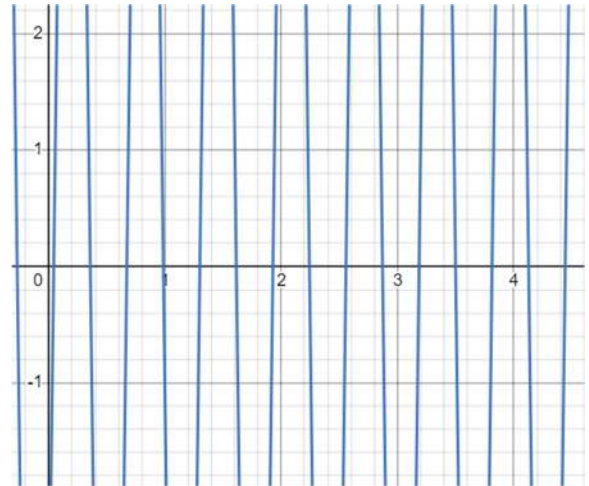
P1-7

که با شکل بدست آمده در بخش نرم افزاری برای خازن اول مطابقت دارد

نمودار معادله 2 سر خازن دوم که در حل دستی بدست آمد



P1-8

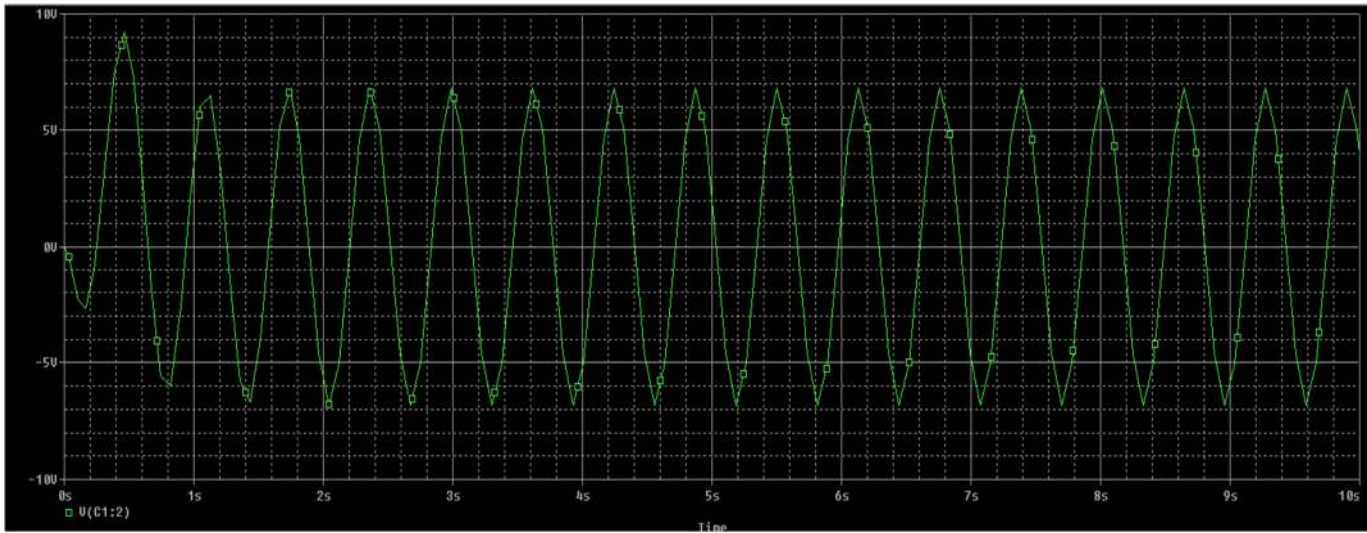


P1-9

که با شکل بدست آمده در بخش نرم افزاری برای خازن اول مطابقت دارد

نتایج خواسته شده را خروجی میگیریم :

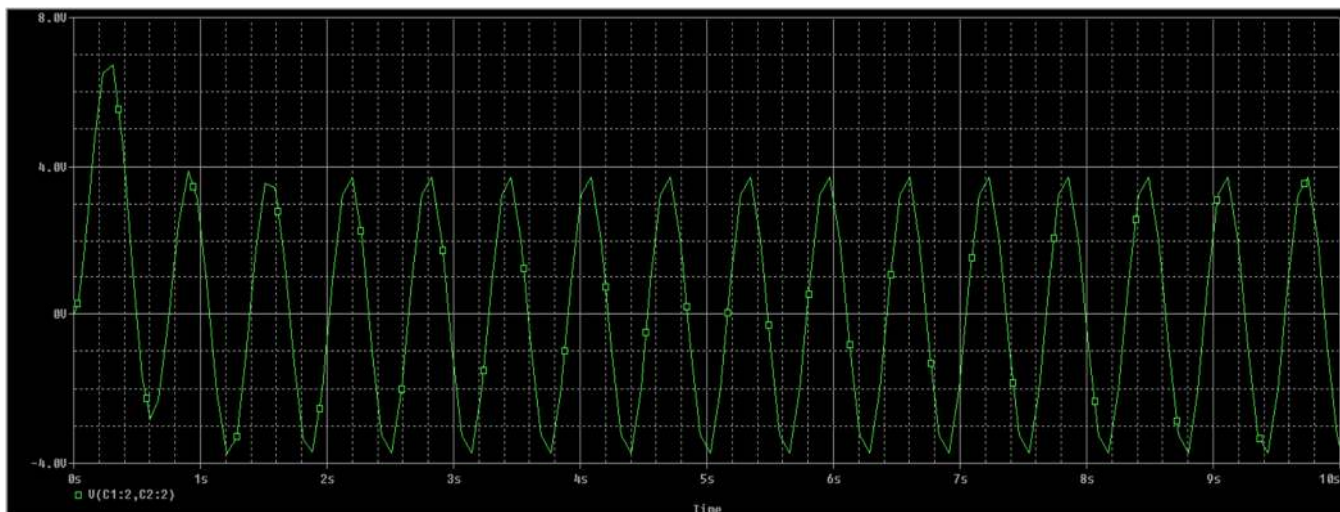
ولتاژ 2 سر خازن c1 :



P1-10

شکل مطابقت کامل با مدلی که از دادن معادله به سایت رسم نمودار بدست آمد دارد و درست است و حالت سینوسی دارد

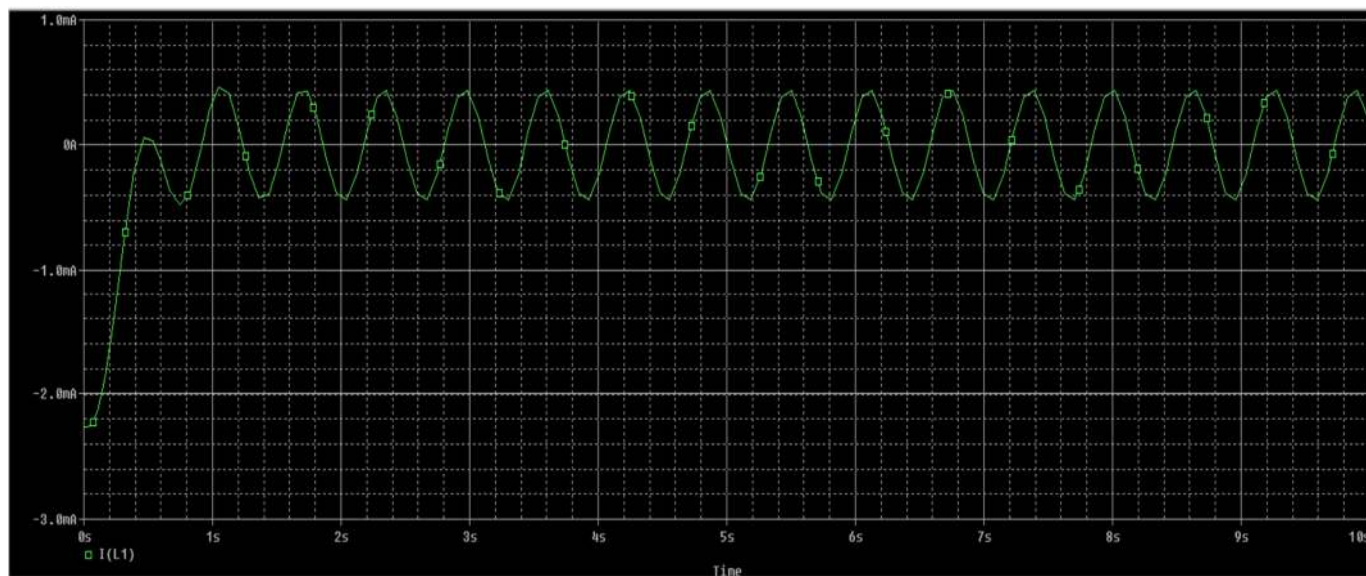
ولتاژ 2 سر خازن c2 :



P1-11

شکل مطابقت کامل با مدلی که از دادن معادله به سایت رسم نمودار بدست آمد دارد و درست است و حالت سینوسی دارد

جریان عبوری از L1 :

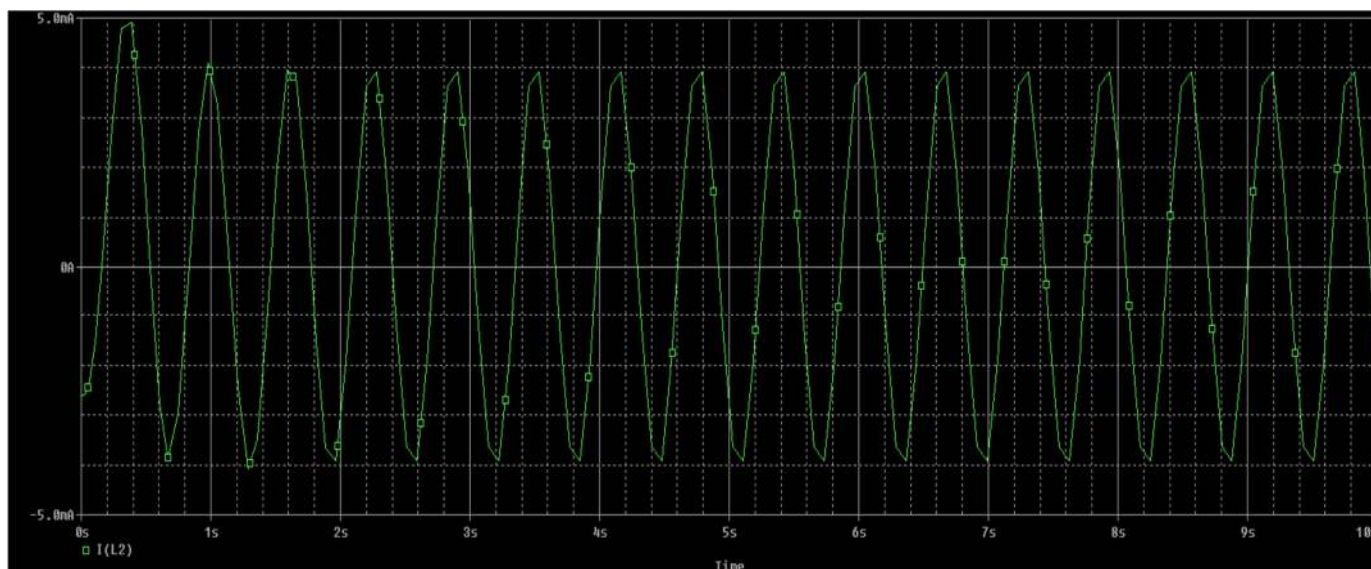


P1-12

نمودار اختلاف پتانسیل (از کسر کردن همان پتانسیل های خازن بدست می آید) را که در قبل دستی بدست آوردیم بر امپدانس تقسیم میشود و جریان سلف بدست می آید

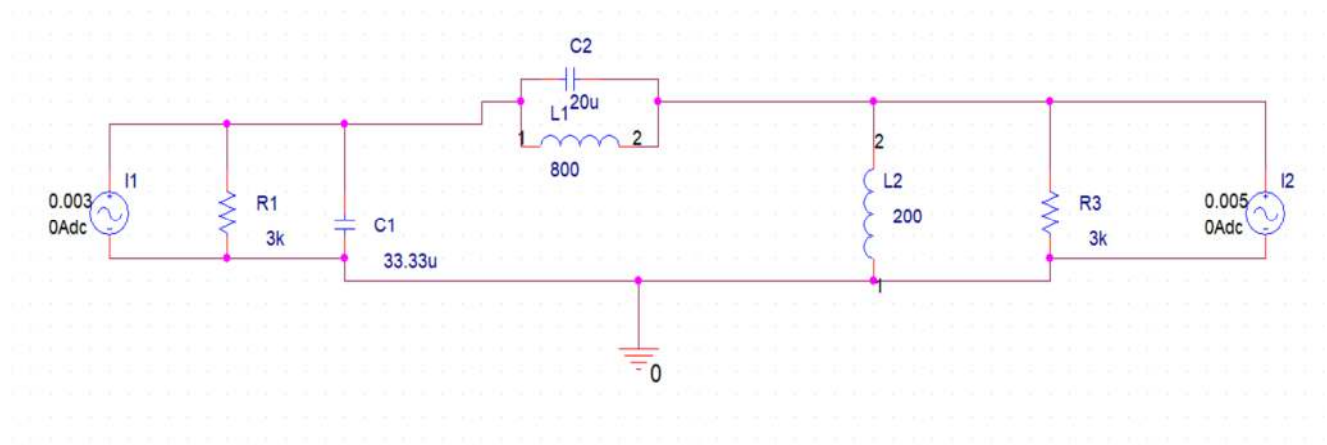
که هر دو حالت سینوسی دارند و با مقادیر جریان سلف مطابقت دارند

جریان عبوری از L2 :



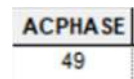
P1-13

برای رسم نمودار فرکانسی باید منابع را با منابع ac جایگزین کنیم تا بتوانیم فرکانس را در زمان تغییر دهیم



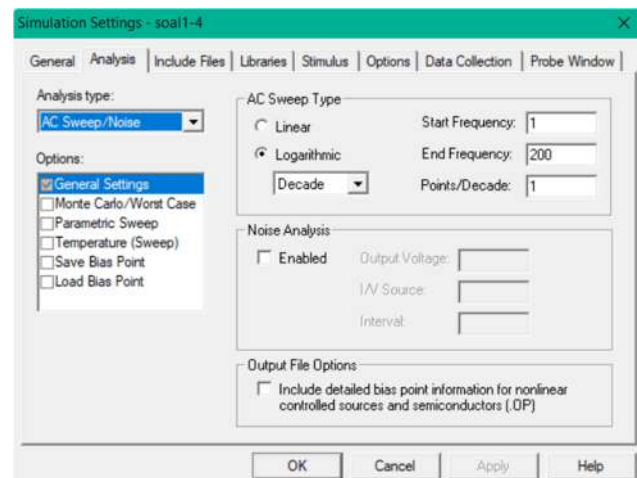
P1-14

مقدار فاز را مجدداً می‌دهیم به هر دو منبع



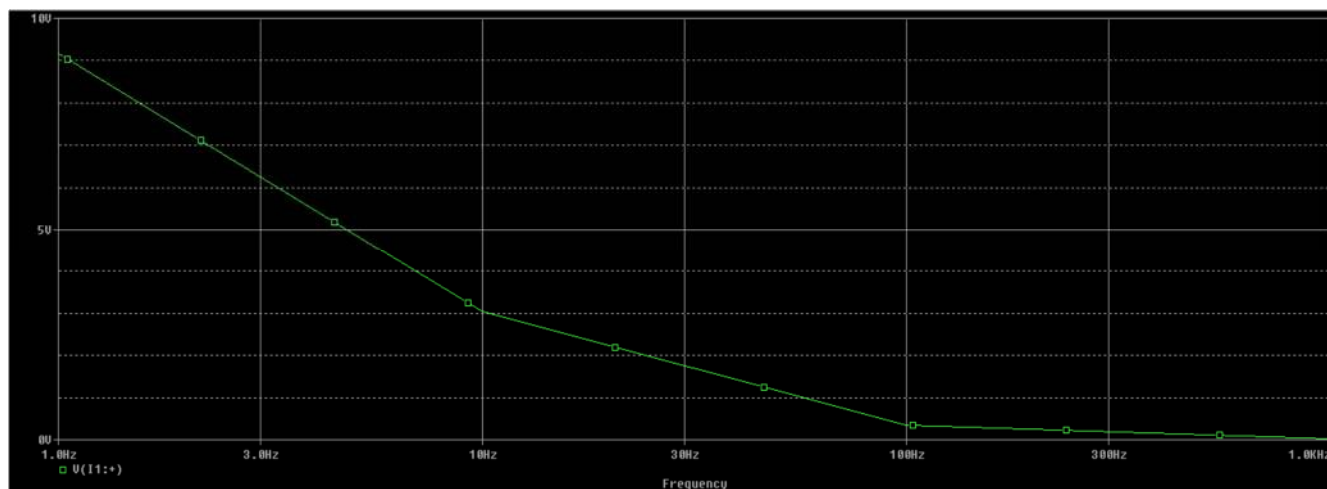
P1-15

از آنجایی که در حالت فازوری فرکانس دخیل نیست هنگام اجرا روی Ac sweep قرار می‌دهیم و از فرکانس 1 تا 200 یکی یکی فرکانس را زیاد می‌کنیم



P1-16

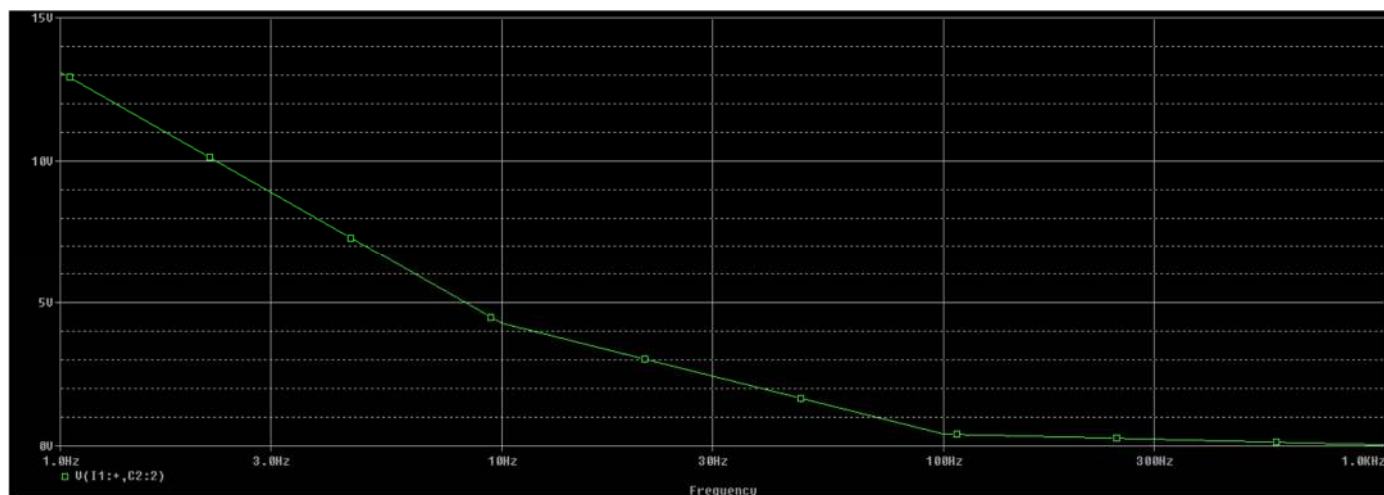
نمودار فرکانسی c1 :



P1-17

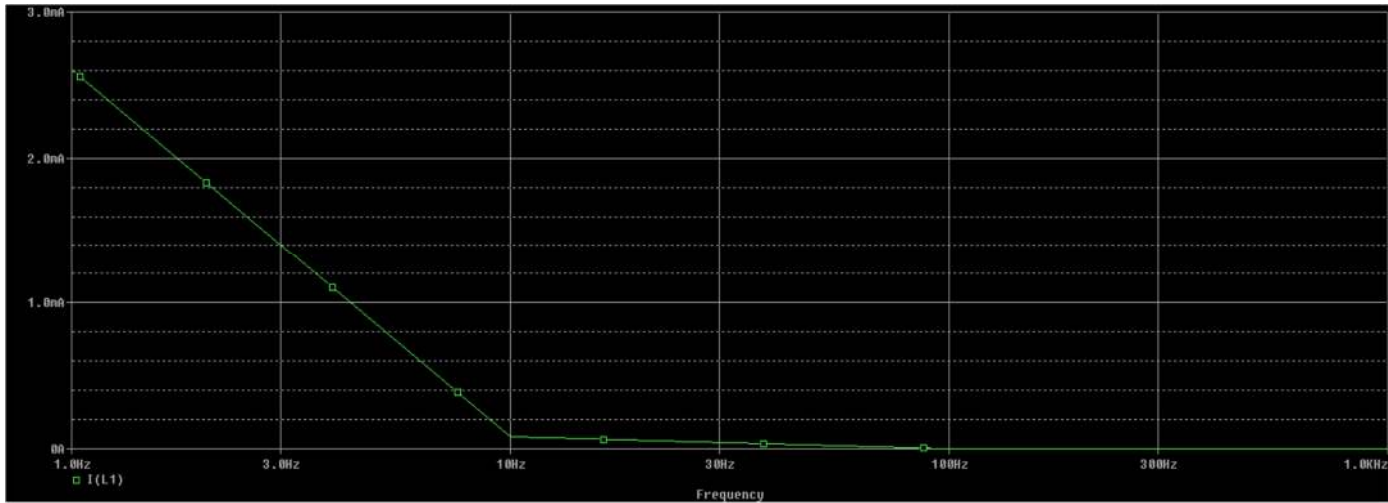
در اثر تغییر فرکانس مدار به صورت پله پله اختلاف پتانسیل هم تغییر میکند

نمودار فرکانسی c2 :



P1-18

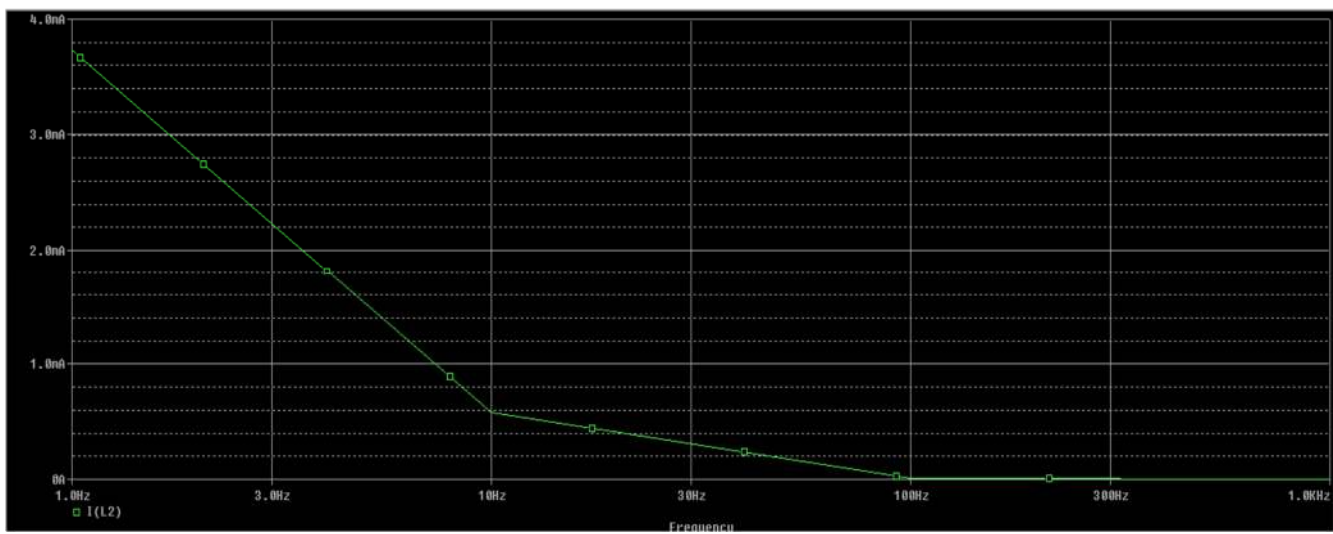
نمودار فرکانسی L1 :



P1-19

در اثر تغییر فرکانس مدار به صورت پله پله جریان سلف ها هم تغییر میکند

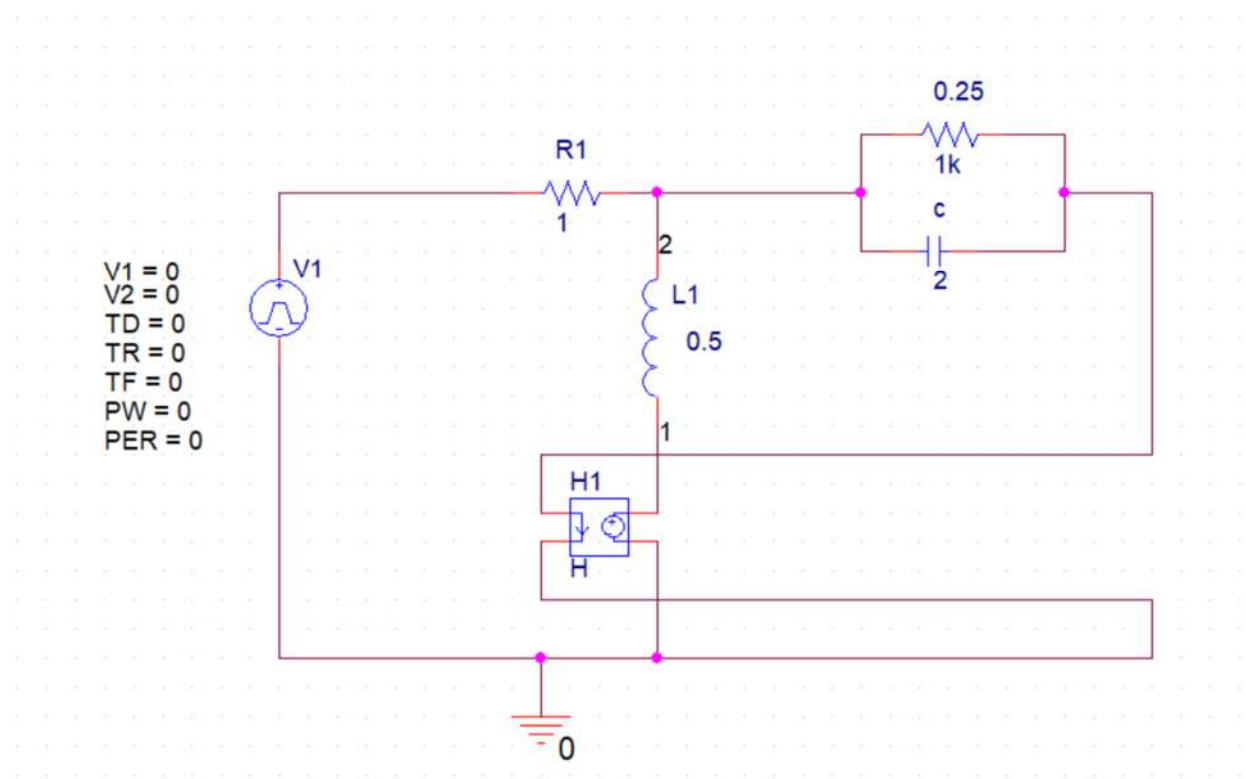
نمودار فرکانسی L2 :



P1-20

2

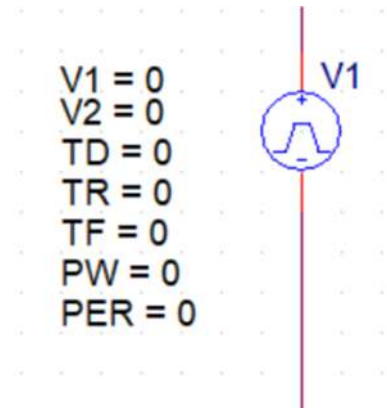
ابتدا شکل مدار را رسم میکنیم



P2-1

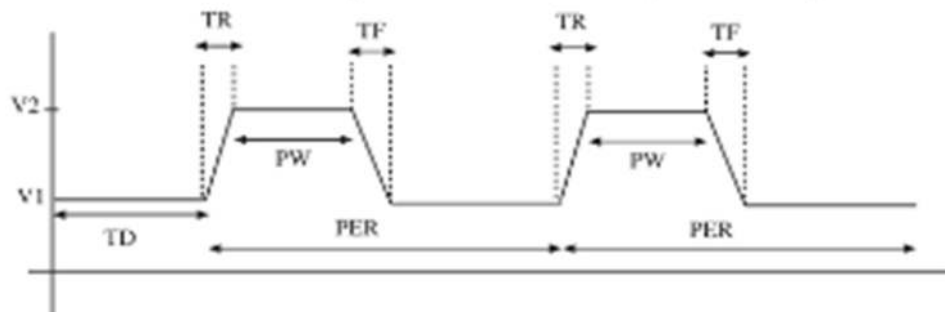
از یک منبع ولتاژ وابسته به جریان استفاده کردیم و شاخه ای را که جریان i_0 از آن عبور کرده را از داخل منبع رد میکنیم

همچنین برای ایجاد پالس از منبع `vpulse-normal` استفاده میکنیم

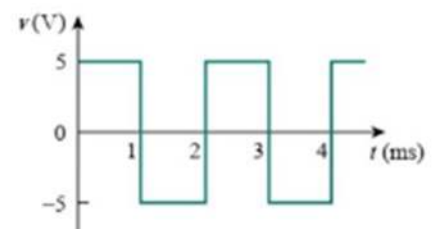
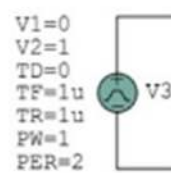


P2-2

VPULSE element. VPULSE has seven parameters that describe its shape as shown in figure 1.



P2-3



P2-4

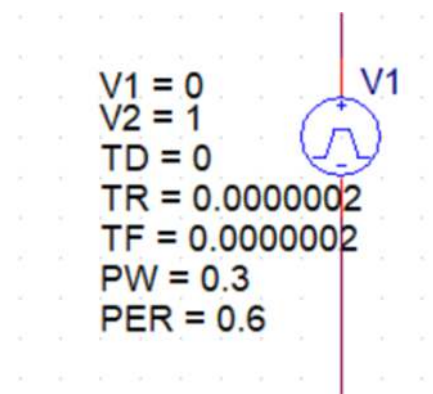
پارامتر های ورودی را وارد میکنیم چون منبع روی مدار تابع $u(t)$ است پس کف تابع باید 0 و سقف آن یک باشد

همچنین 3 تا delay که امکان دادن آنها را داریم را صفر یا خیلی کوچک (2 میکرو ثانیه) میگذاریم چون تابع پله دارای ناپیوستگی است و جهش می کند

اندازه ای که هر پالس طول میکشد (PW) را 0.3 s میگذاریم

دور تناوب را (مجموع طول پالس و فاصله بین 2 پالس) را 0.6 s میگذاریم

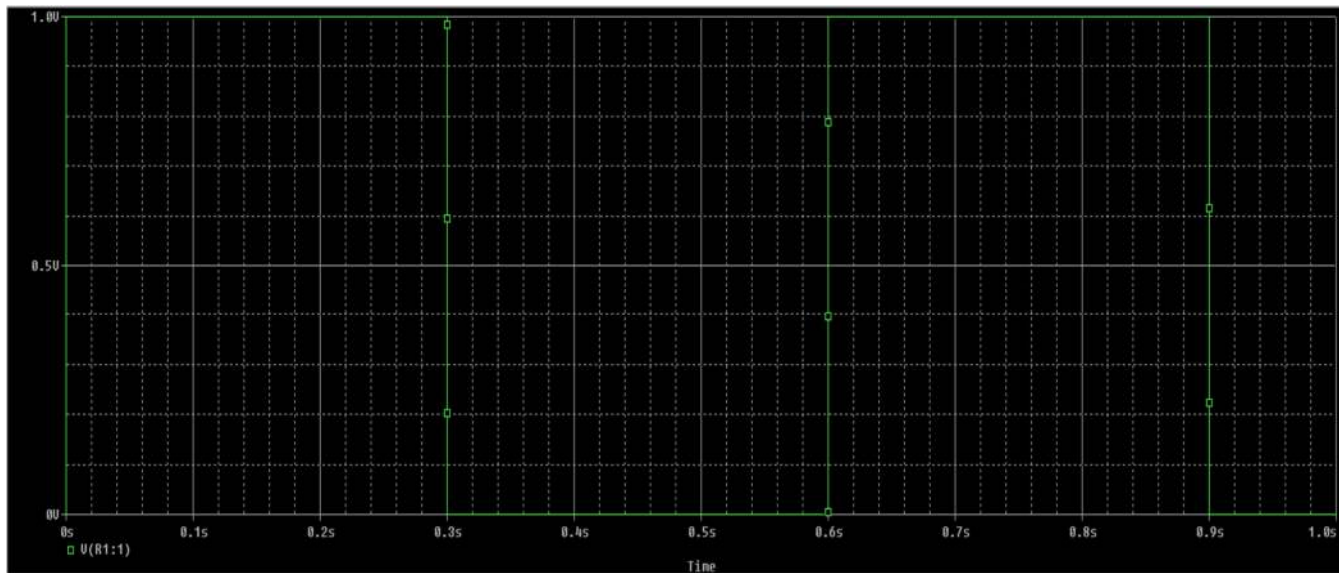
با این مفروضات در محدوده بررسی ما 2 پالس دیده میشود



P2-5

از آنجایی که حل دستی این سوال امکان نداشت صرفا نتایج نمودار ها و نحوه بستن مدار توضیح داده شد

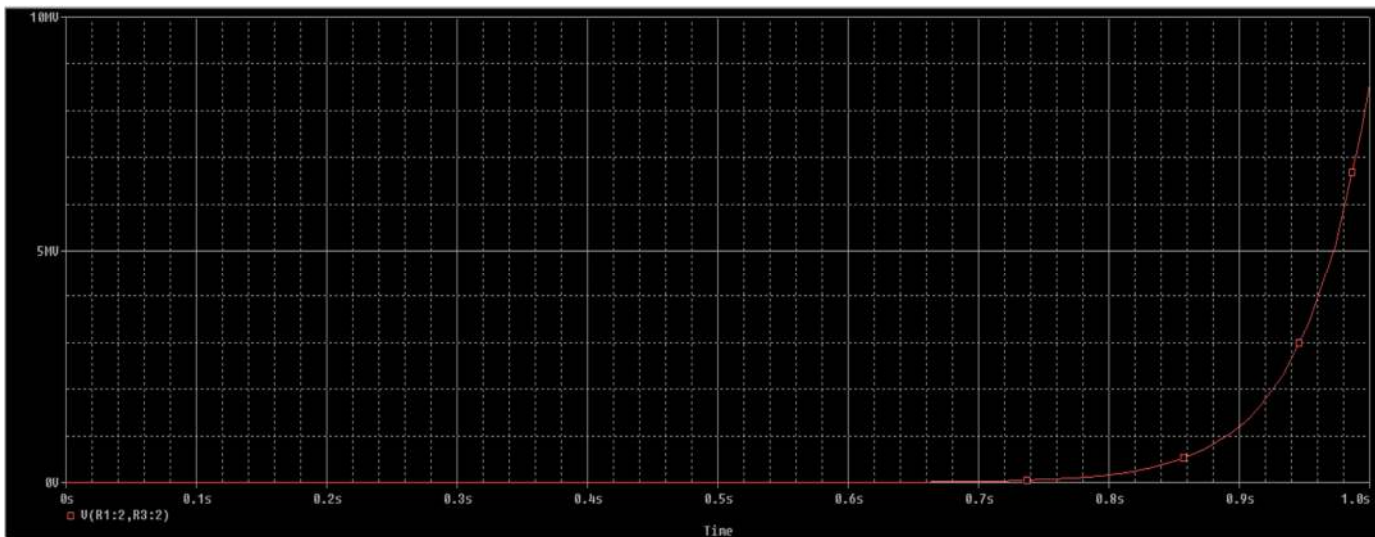
خروجی ولتاژ منبع :



P2-6

2 پالس در این محدوده دیده میشوند و ارتفاع آنها 1 است

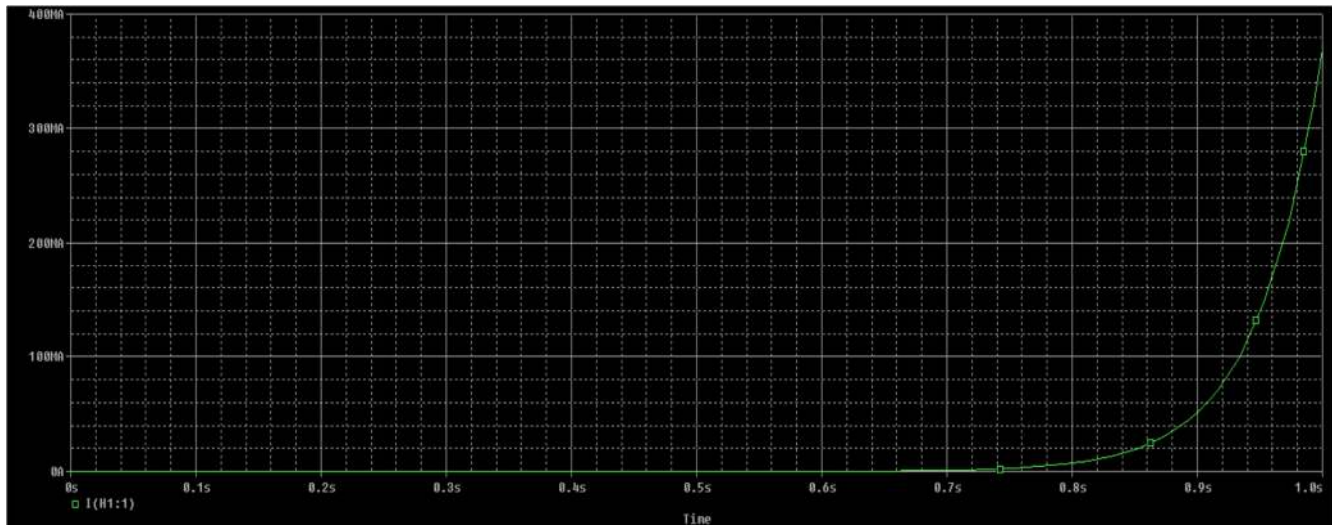
نمودار زمانی ولتاژ 2 سر خازن :



P2-7

یک نمودار نمایی است و صعود بسیار زیادی دارد و 3 ثانیه حدود 10 مگاوات میشود

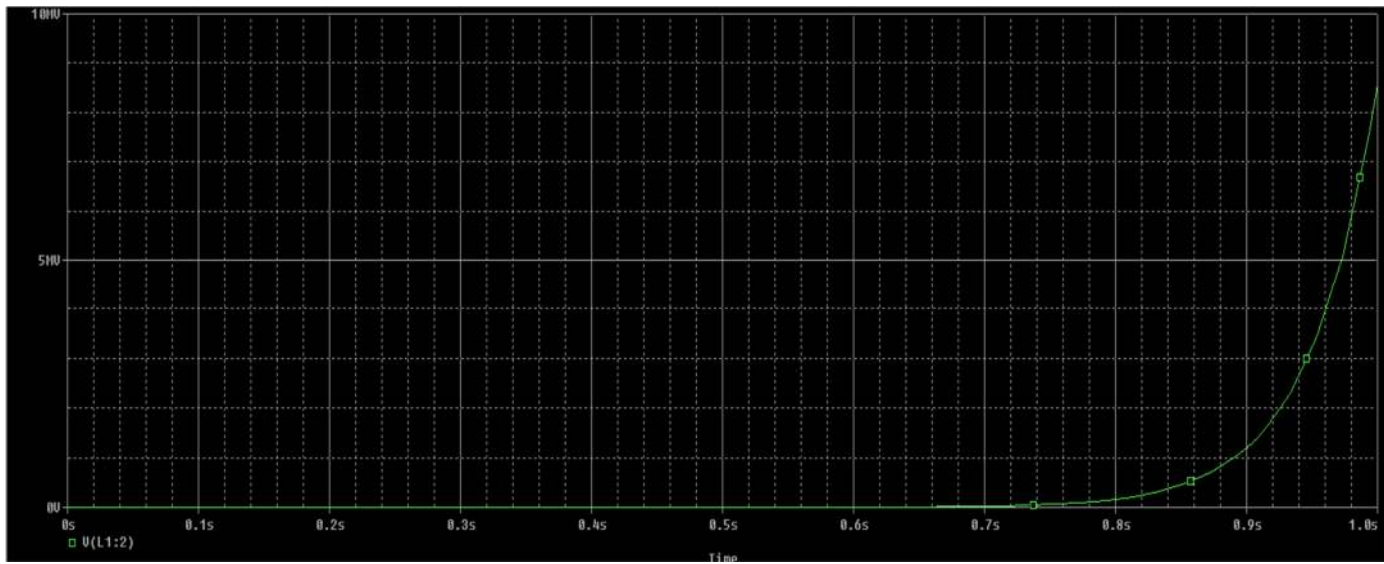
نمودار زمانی جریان خارج شونده :



P2-8

یک نمودار نمایی و صعودی است

نمودار زمانی جریان عبوری از سلف :



P2-9

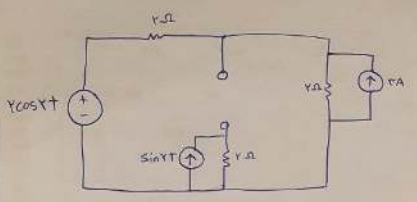
یک نمودار نمایی و صعودی است

3

ابتدا در این سوال بخش خازن و سلف را حذف میکنیم و اختلاف پتانسیل 2 سر آن را حساب میکنیم

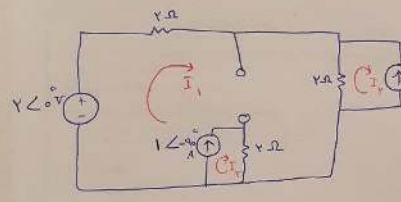
حل دستی :

بدین سلف و خازن مدار را حذف میکنیم



$\omega = 2 \text{ rad/s}$

مدار را به حالت DC درمی آوریم



$Z_R = R$

از روش مشق استفاده میکنیم

$$v \angle 0^\circ = v (\cos(0^\circ) + j \sin(0^\circ)) = v$$

$$1 \angle 90^\circ = 1 (\cos(-90^\circ) + j \sin(-90^\circ)) = -j$$

KVL 1: $-v + v I_1 + v (I_1 - I_A) = 0$

KVL 2: $I_A = -2A$

$$-v + v I_1 + v I_1 - v(-2) = 0 \rightarrow 2I_1 = -2 \rightarrow I_1 = -1A$$

KVL 3: $I_A = -j$

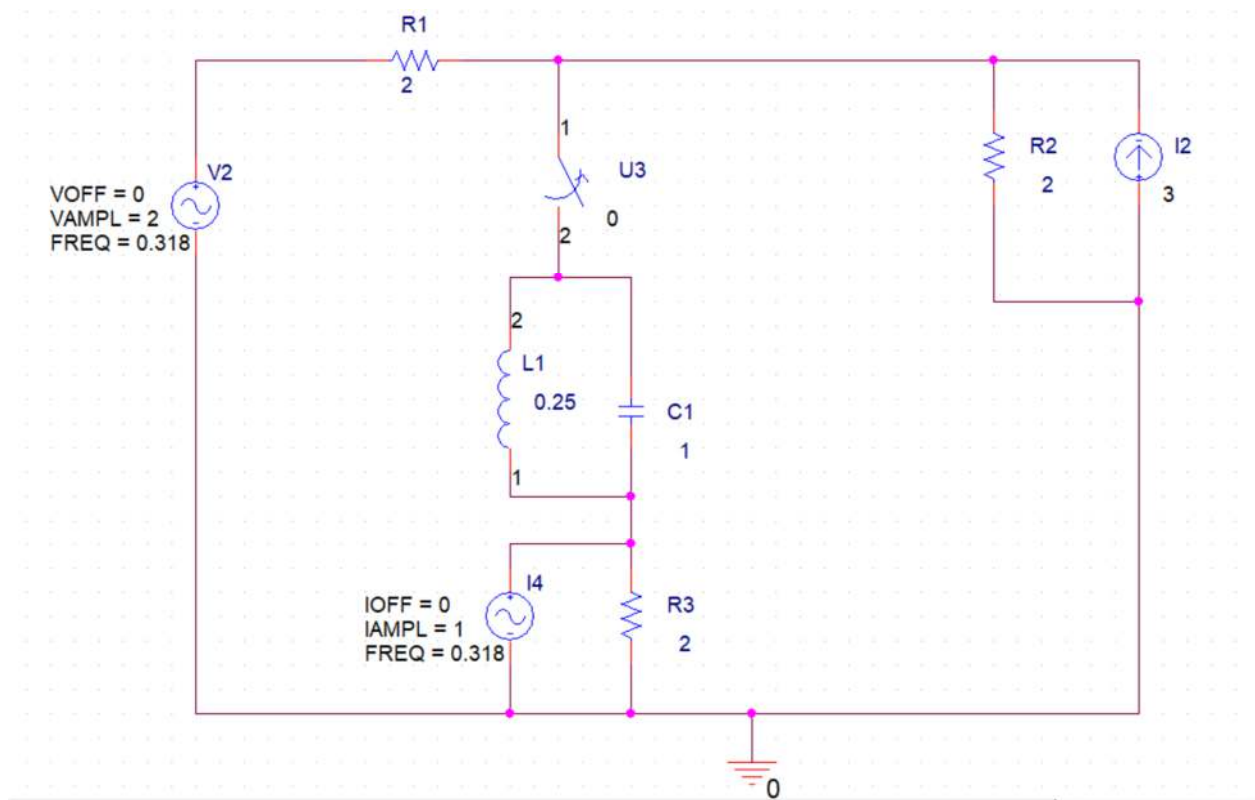
$$V_o^- - V_o^+ = (v I_A - v + v I_1) \rightarrow v(-j) - v + v(-1) = -2 - vj$$

$$V_o^+ - V_o^- = 2 + vj \rightarrow r = \sqrt{4 + v^2} = 2\sqrt{5} = 4.47V$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v}{2}\right) = 44.72^\circ$$

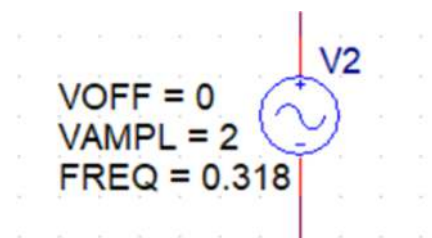
$$V_o^+ - V_o^- = 4.47 \cos(2t + 44.72^\circ)$$

حالا در نرم افزار مدار را رسم میکنیم



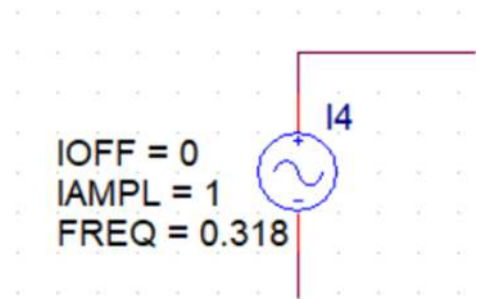
P3-1

برای رسم این مدار از 2 منبع کسینوسی و یک کلید استفاده شده است که در $t = 0$ عمل میکند



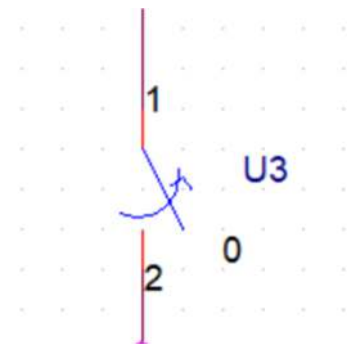
P3-2

$$Vm = 2, f = \frac{\omega}{2\pi} = 0.318 \text{ hz}$$



P3-3

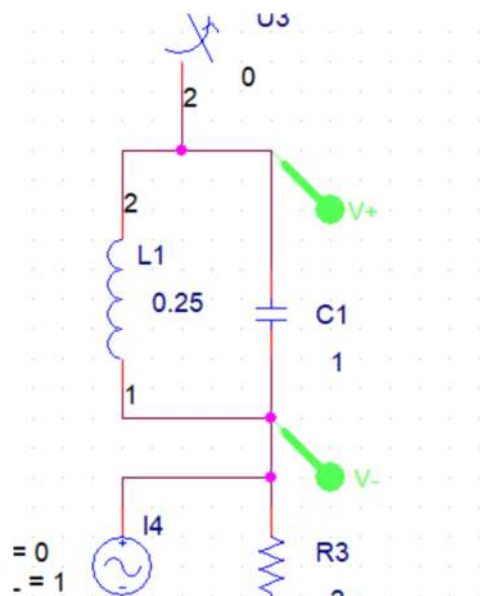
$$I_m = 1, f = \frac{\omega}{2\pi} = 0.318 \text{ Hz}$$



P3-4

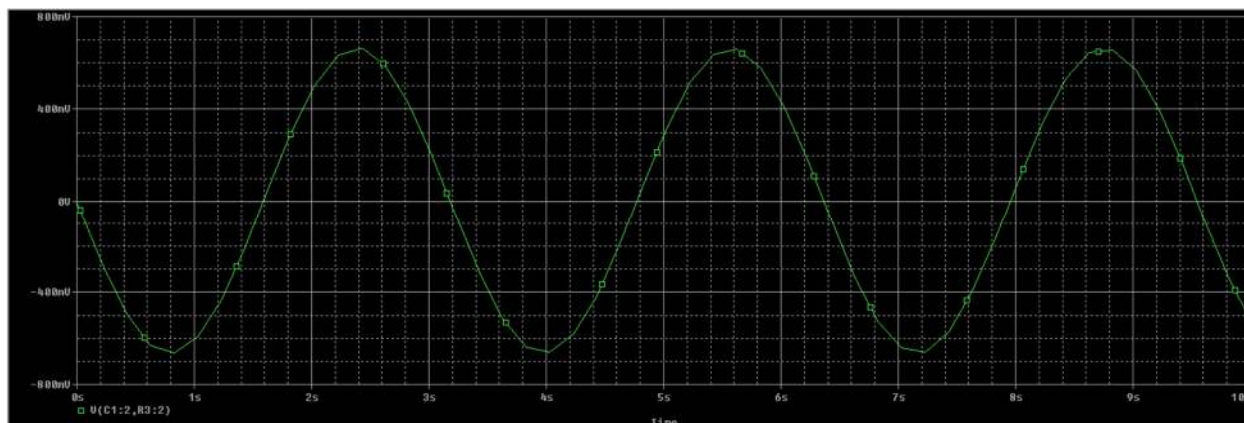
کلید که در 0 عمل میکند و باز می شود

حالا marker برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل میگذاریم



P3-5

نتیجه خروجی :

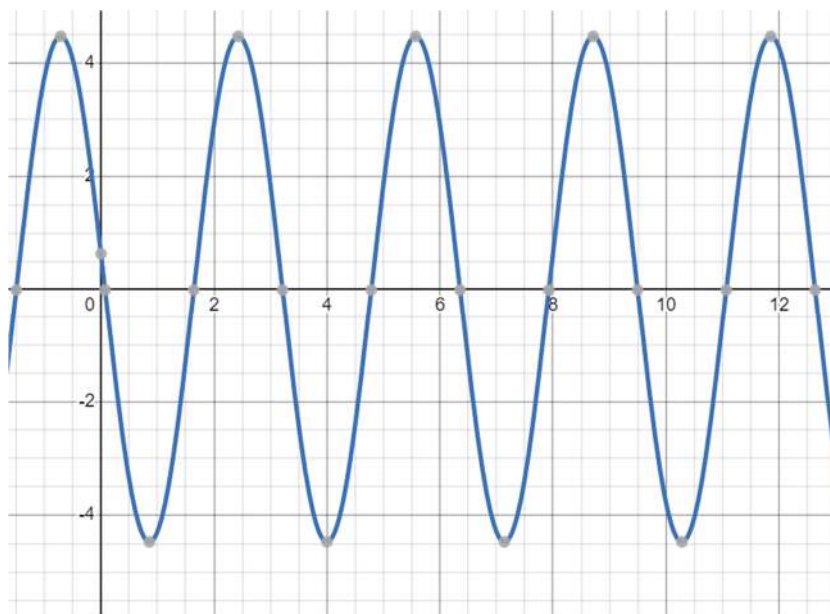


P3-6

یک نمودار سینوسی است که درست است و به این علت با نتیجه حل دستی یکسان نیست که ساختار مدار را در حل دستی تغییر دادیم

ولی فرم نمودار تقریباً یکسان و تفاوت جزئی دارند

نمودار حل دستی:



P3-7