

به نام خدا

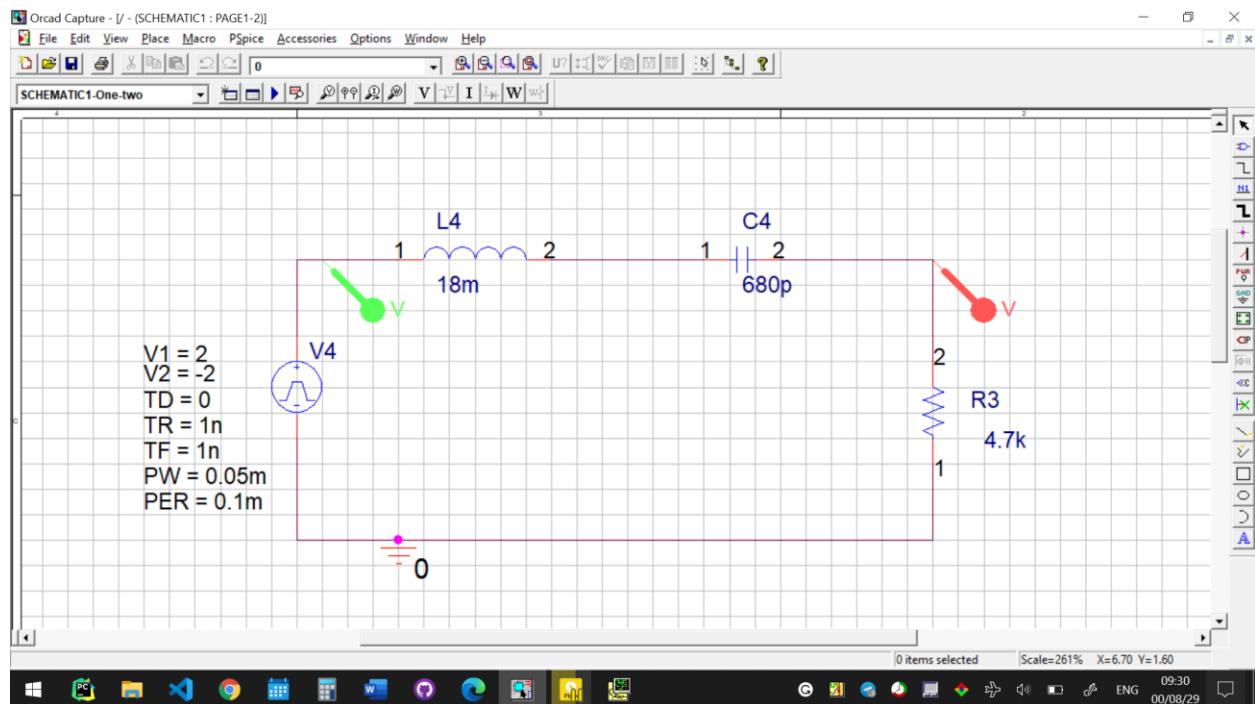
گزارشکار آزمایش ۶ مدارهای الکتریکی و الکترونیکی

چمران معینی : ۹۹۳۱۰۵۳

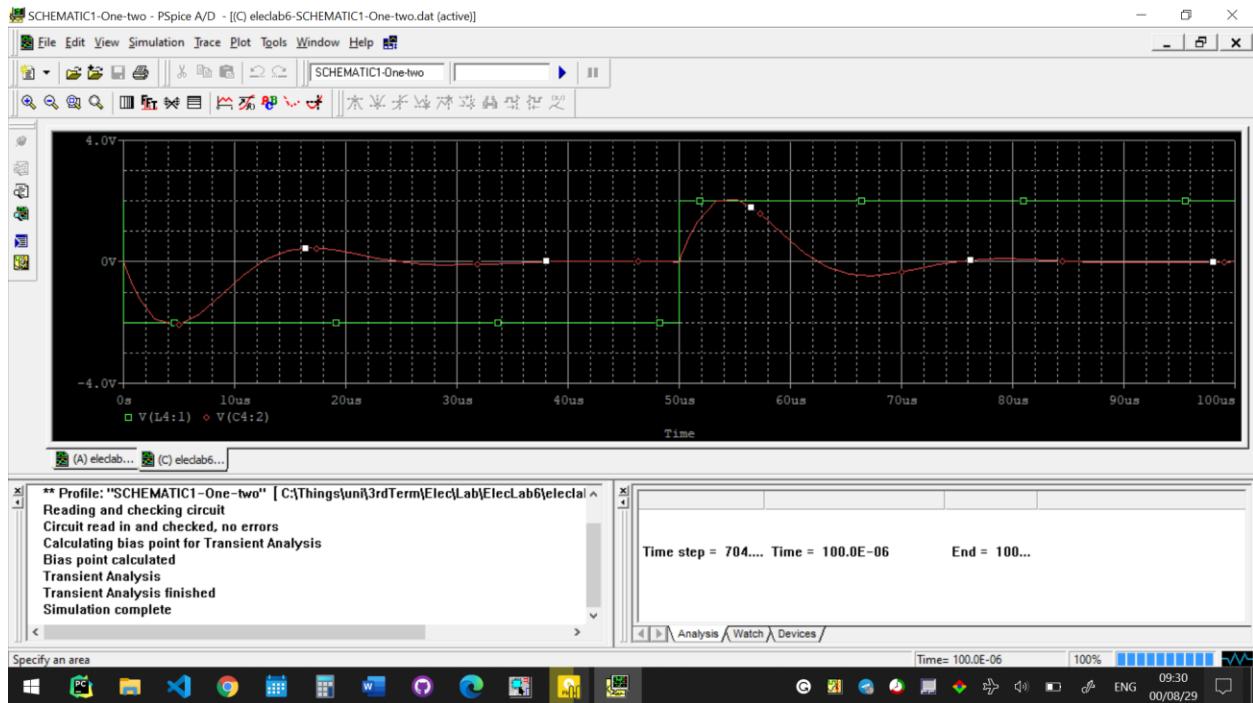
پاسخ گذرای مدار RLC سری

هدف آزمایش: بررسی پاسخ گذرای مدار RLC سری به ورودی پله

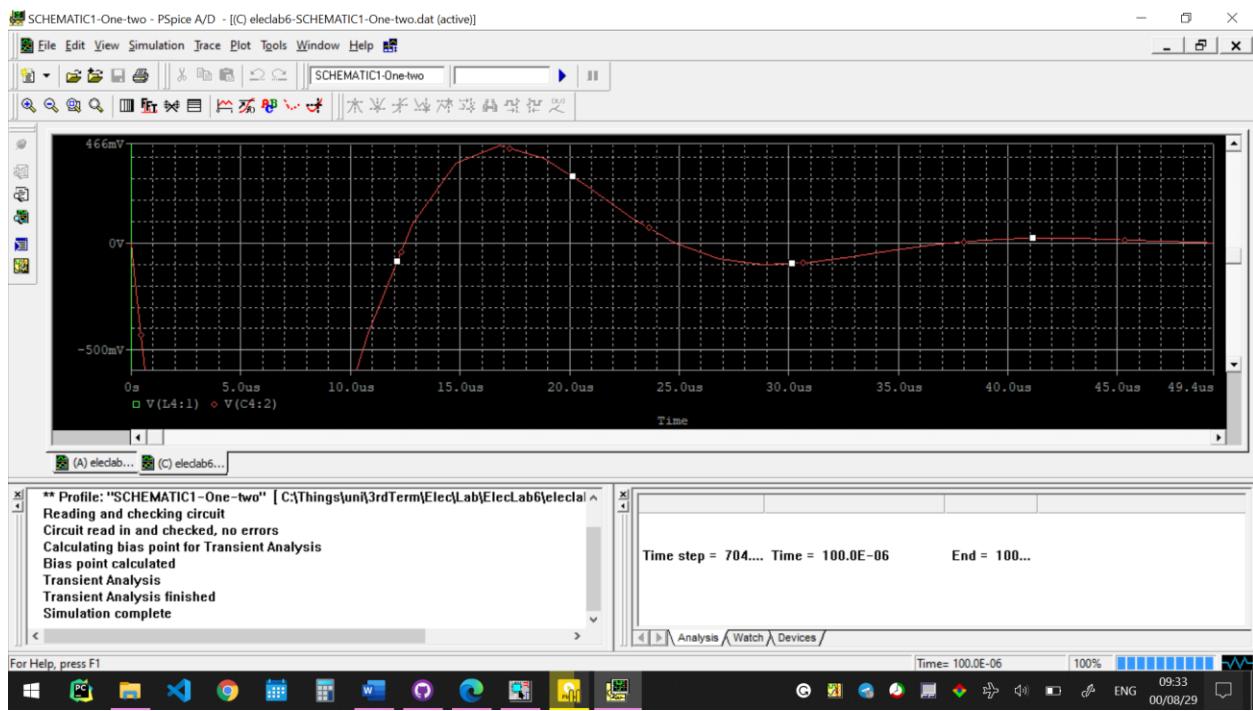
۱. مداری مشابه مدار زیر می‌بندیم:



خروجی این مدار را بررسی می‌کنیم:



می‌بینیم که ولتاژ مقاومت، بین مقادیر مثبت و منفی در نوسان است، پس مدار در حالت میرای نوسانی است. حال فرکانس آن را بررسی می‌کنیم:



می‌بینیم که نیمدوره‌ی اول تقریباً در $12.5 \mu s$ و دوره‌ی اول هم حدوداً در $25 \mu s$ تمام شده، نیمدوره‌ی بعدی در $37.5 \mu s$. پس دوره‌ی این نوسانات $25 \mu s$ است، حال فرکانس آن را محاسبه می‌کنیم:

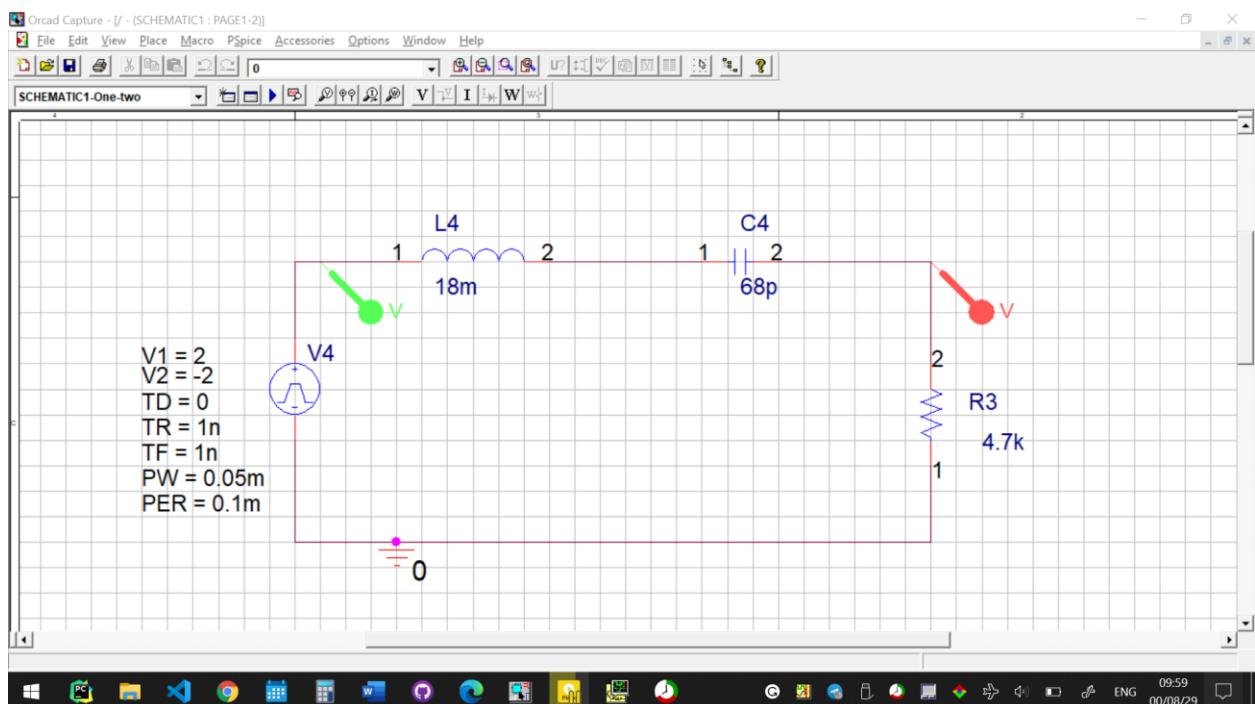
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(25)(10^{-6})} = 4 * (10^4) kHz$$

حال فرکانس تئوری نوسانات را محاسبه می کنیم:

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{((18)(10^{-3}))((680)(10^{-12}))} - \frac{((4.7)(10^3))^2}{4((18)(10^{-3}))^2}} \\
 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10^{14}}{1224} - \frac{(2209)(10^{10})}{4(324)}} = \frac{10^5}{2\pi} \sqrt{\frac{10^4}{1224} - \frac{(2209)}{4(324)}} = \left(\frac{10^5}{2\pi}\right) (2.55) \\
 &= \left(\frac{2.55}{2\pi}\right)(10^4) = 4 * 10^4 = 40 \text{ kHz}
 \end{aligned} \tag{2.55}$$

می بینیم که مقادیر عملی و تئوری با یکدیگر تطابق دارند.

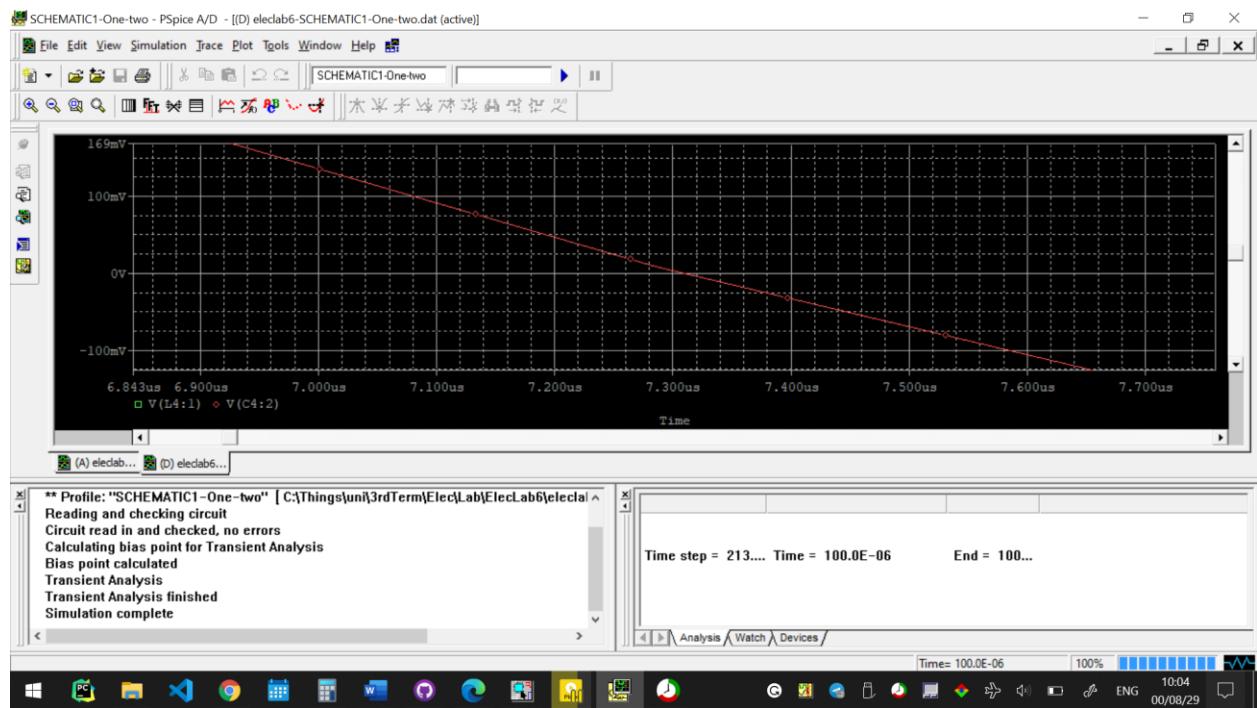
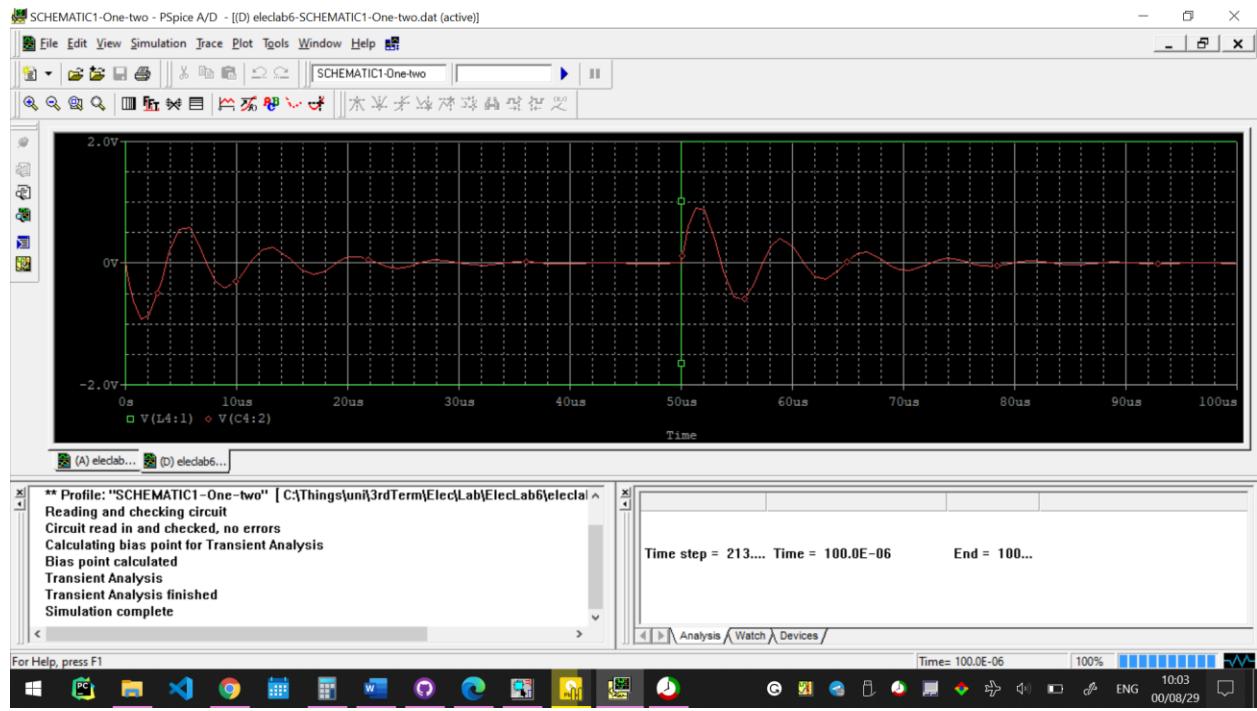
۲. حال همین آزمایش را با مقدار $C = 68 \text{ pF}$ تکرار می کنیم:



مقدار تئوری فرکانس را محاسبه می کنیم:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = \frac{10^5}{2\pi} \sqrt{\frac{10^5}{1224} - \frac{(2209)}{4(324)}} = \frac{8.9 * 10^5}{2\pi} = 141 \text{ kHz}$$

حال سراغ محاسبه‌ی مقدار عملی می‌روید:

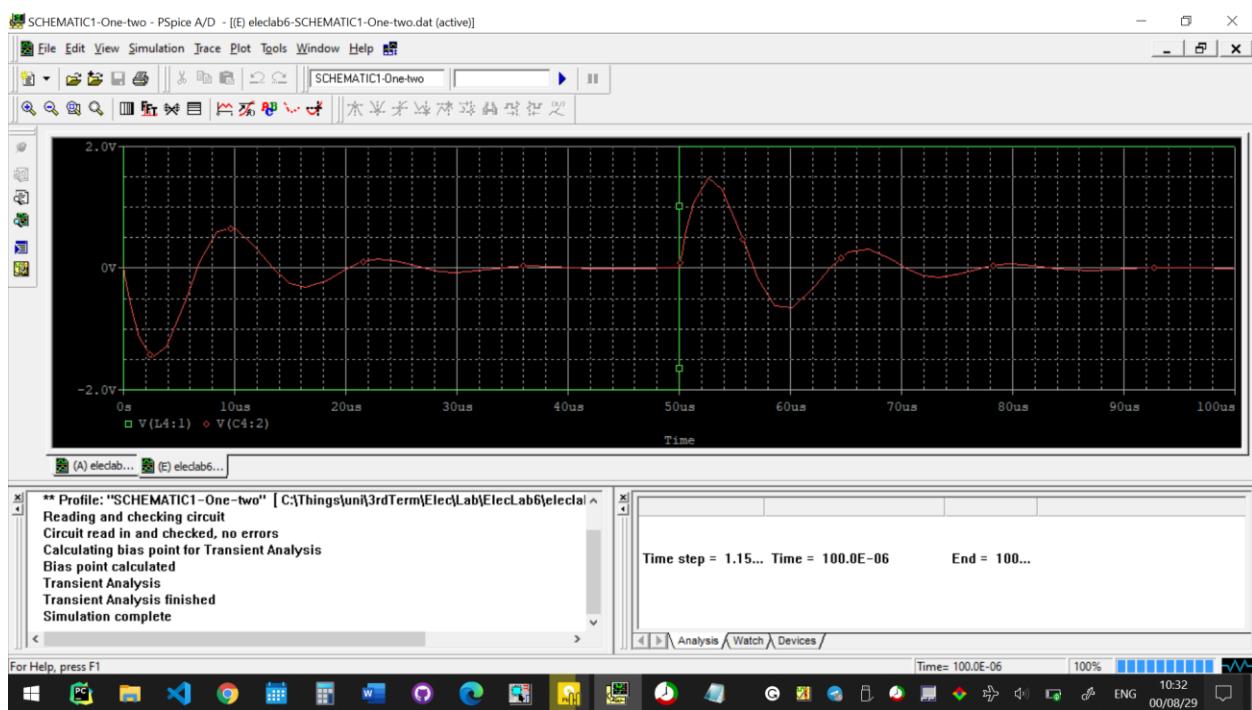
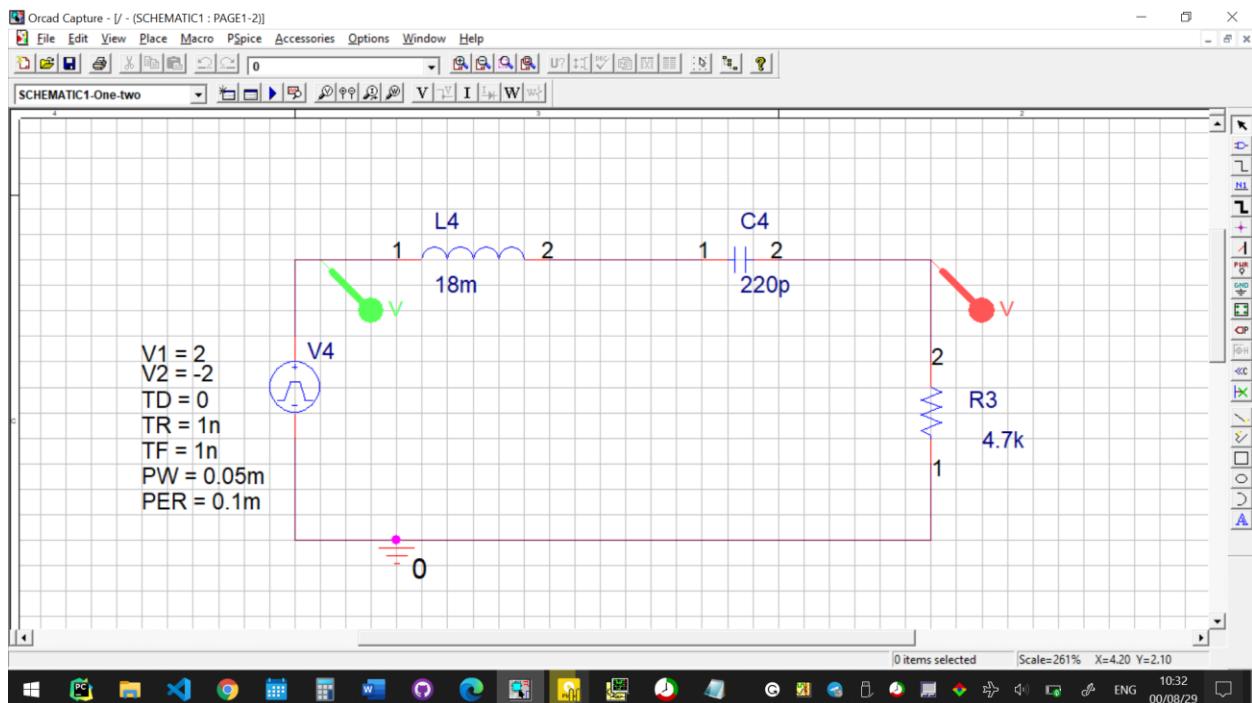


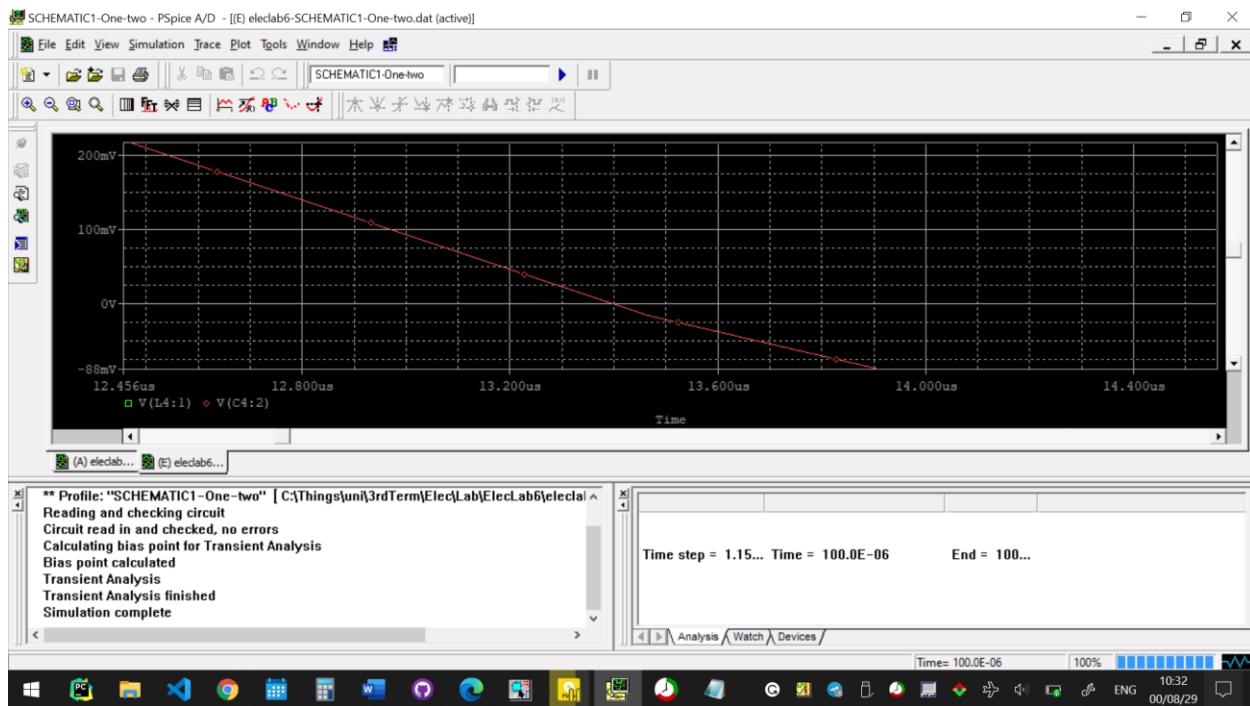
می‌بینیم که تقریبا در 7.3 us ، دوره‌ی اول به پایان رسیده، پس:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{10^6}{7.3} = 137 \text{ kHz}$$

می‌بینیم که تفاوت مقدار عملی و تئوری، کمتر از سه درصد است.

این بار با حال همین آزمایش را با $C = 220 \text{ pF}$ امتحان می کنیم:





می‌بینیم که مقدار عملی دوره، حدود 13.4 us است، مقدار عملی فرکانس را محاسبه می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{10^6}{13.4} = 74.6 \text{ kHz}$$

حال مقدار تئوری را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{((18)(10^{-3}))((220)(10^{-12}))} - \frac{((4.7)(10^3))^2}{4((18)(10^{-3}))^2}} \\ &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{10^{14}}{396} - \frac{(2209)(10^{10})}{4(324)}} = \frac{10^5}{2\pi} \sqrt{\frac{10^4}{396} - \frac{(2209)}{4(324)}} = \frac{10^5}{2\pi} \sqrt{23.54} = \frac{(4.89)(10^5)}{2\pi} \\ &= 77.8 \text{ kHz} \end{aligned}$$

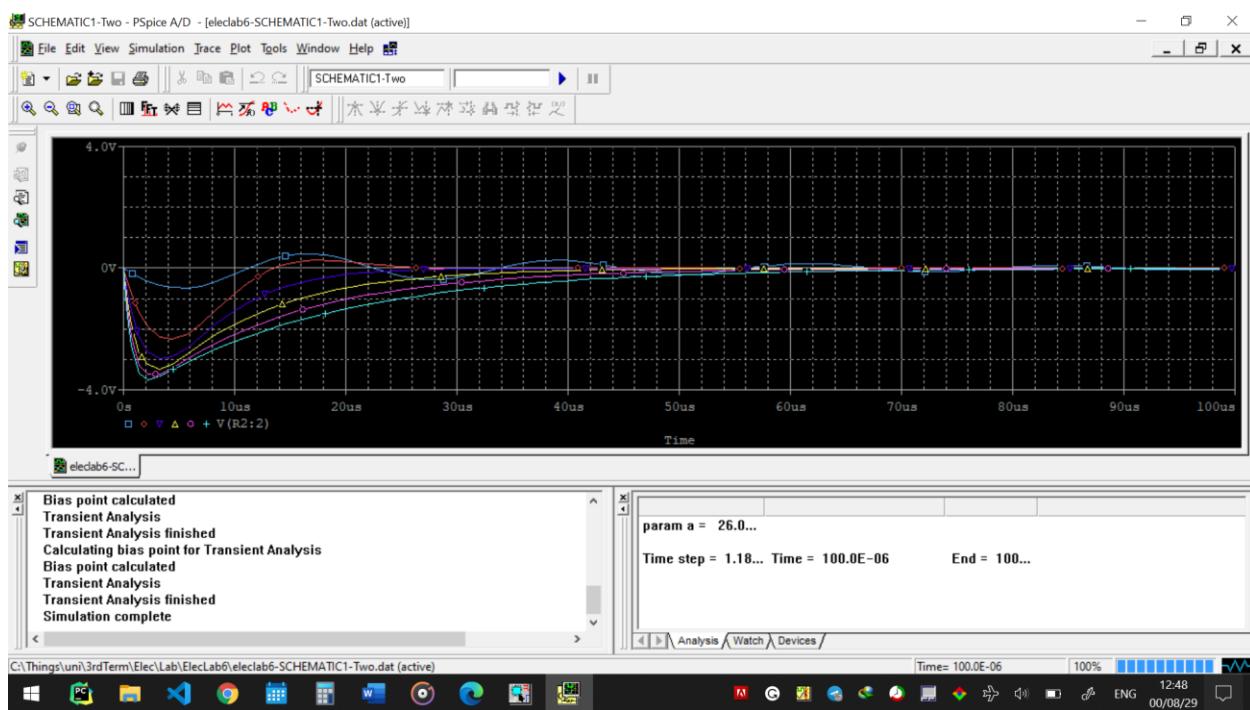
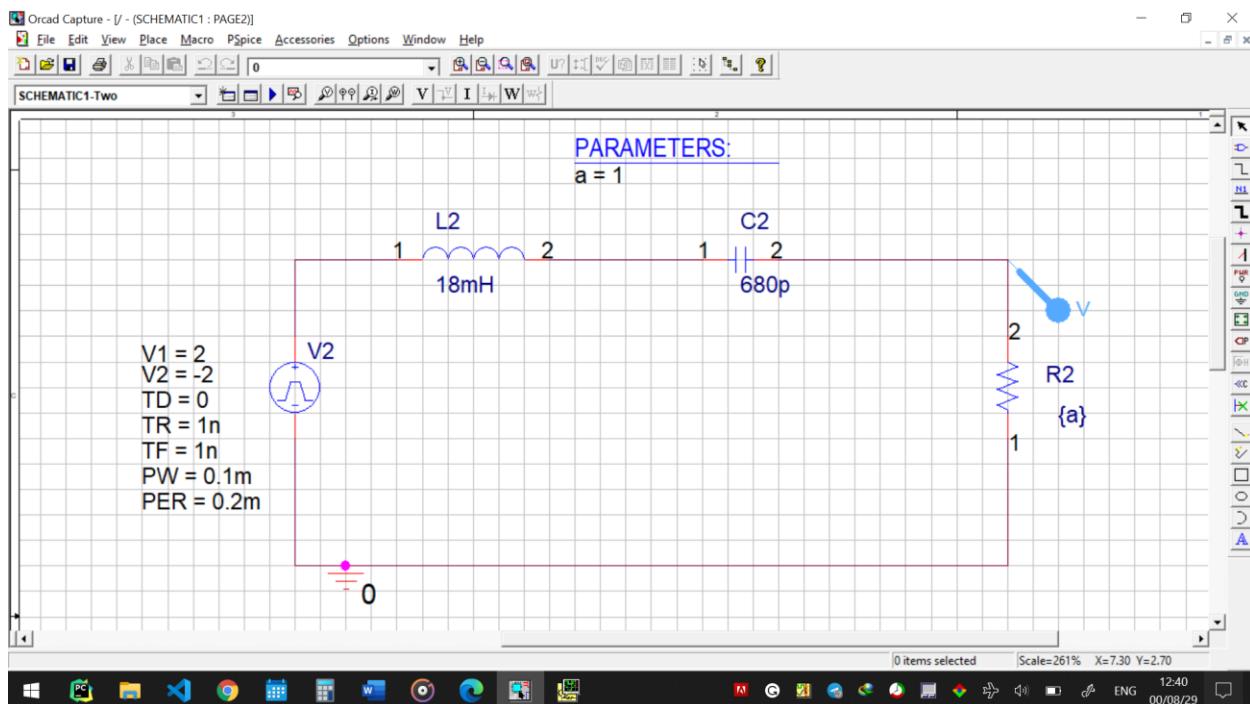
می‌بینیم که در این مقدار هم، تفاوتی کمتر از چهار درصد بین نتیجه‌ی عملی و تئوری وجود دارد.

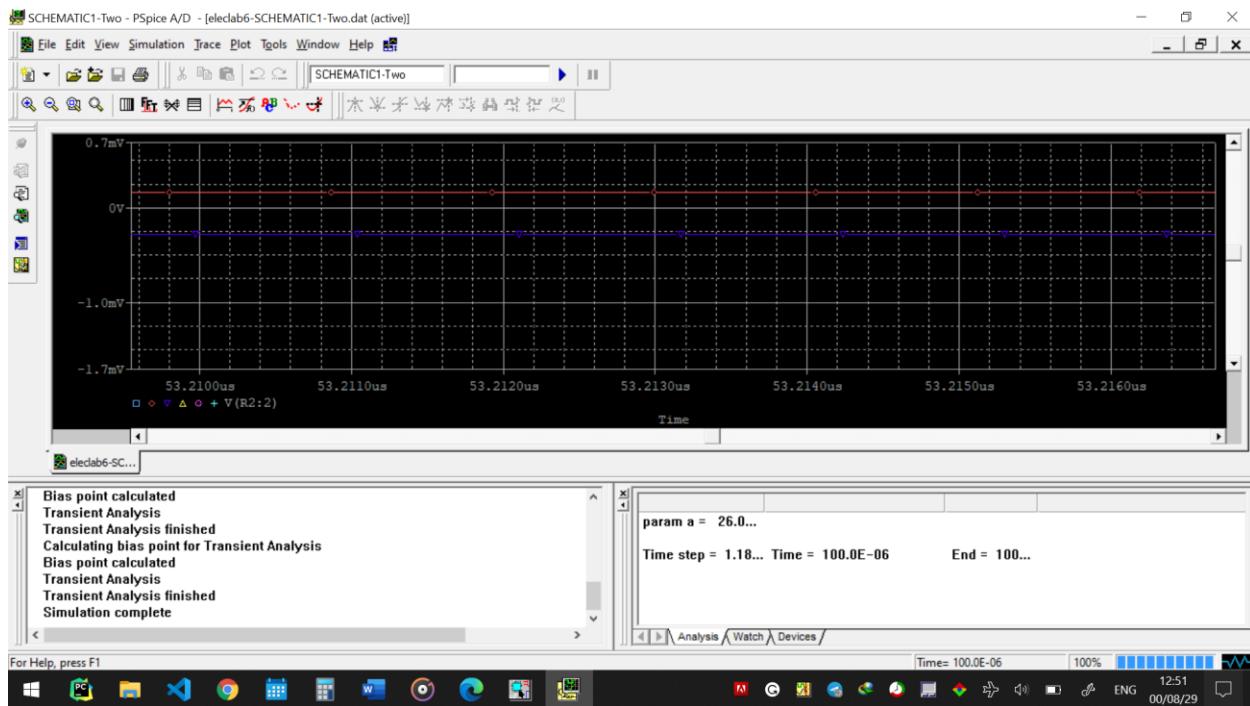
۳. حال مقاومت مدار را به طور صعودی افزایش می‌دهیم تا مقاومت بحرانی مدار را بیابیم.

مقدار نظری مقاومت بحرانی از این رابطه به دست می‌آید:

$$R_c = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{18 * 10^{-3}}{680 * 10^{-12}}} = \frac{10^4}{2} \sqrt{\frac{18}{68}} = 10.3 \text{ k}\Omega$$

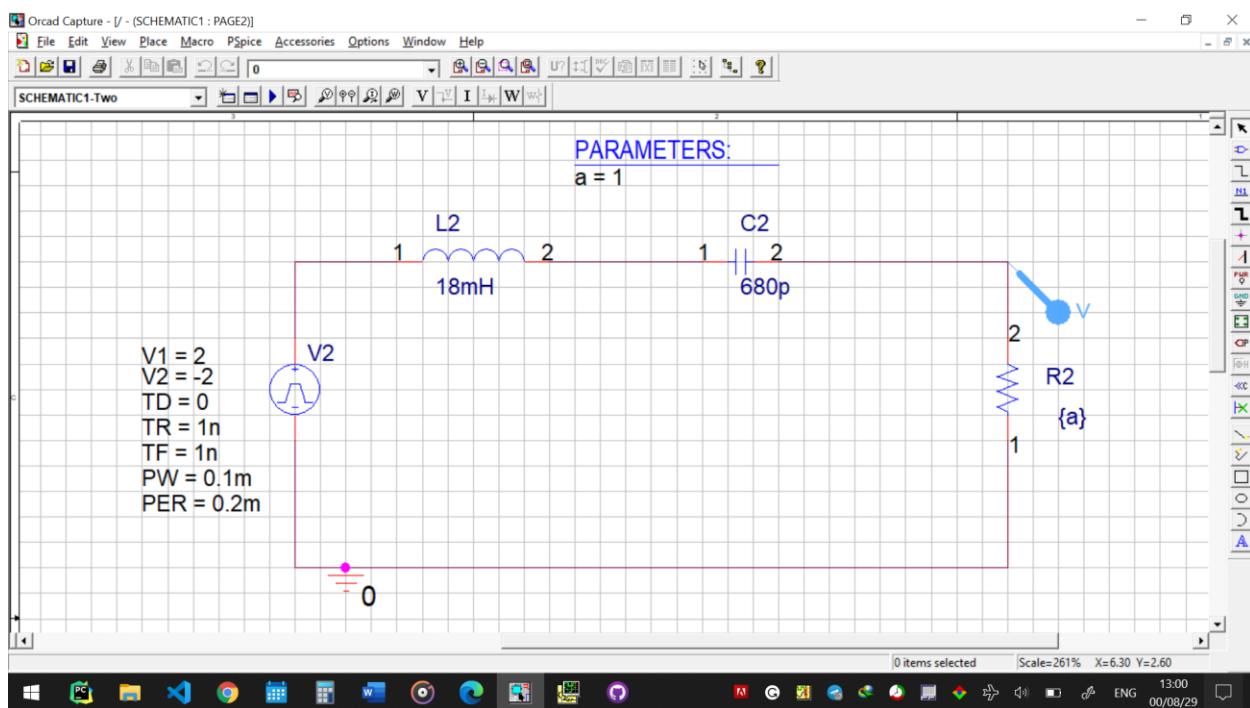
ابتدا آزمایش را با مقاومت‌های ۱ تا ۳۰ کیلواهرمی، با فاصله‌های ۵ کیلواهرمی بررسی می‌کنیم.

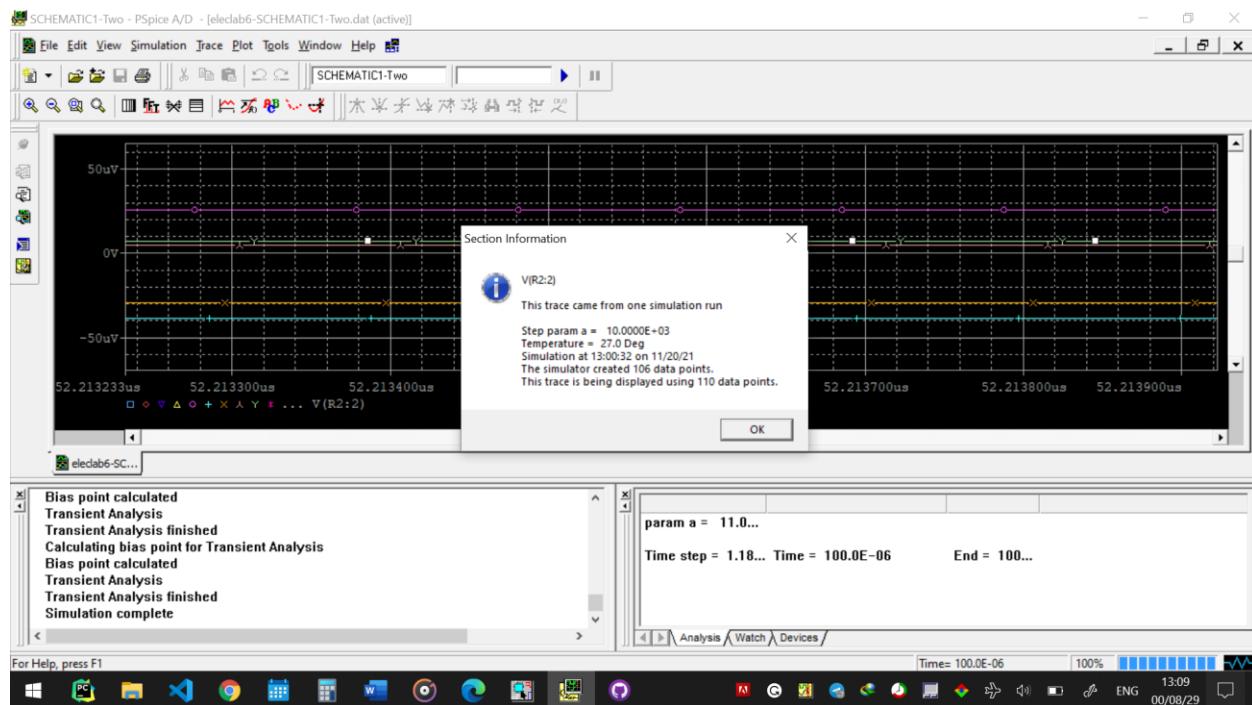
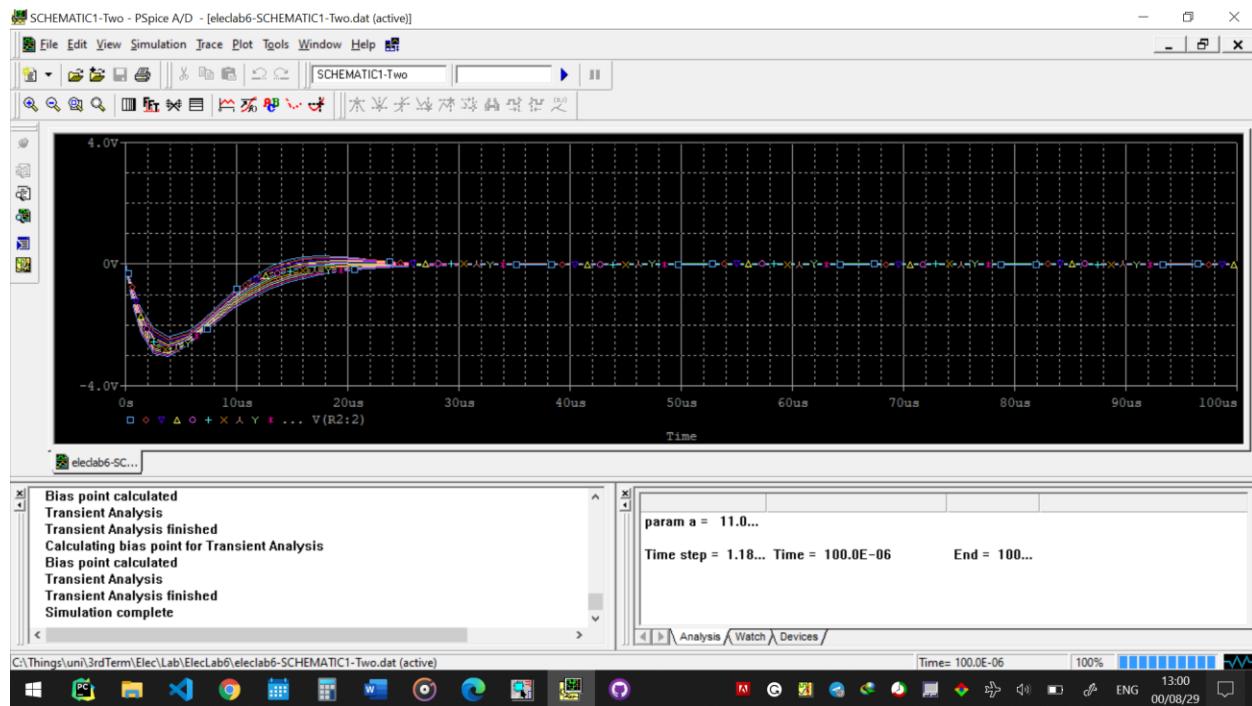




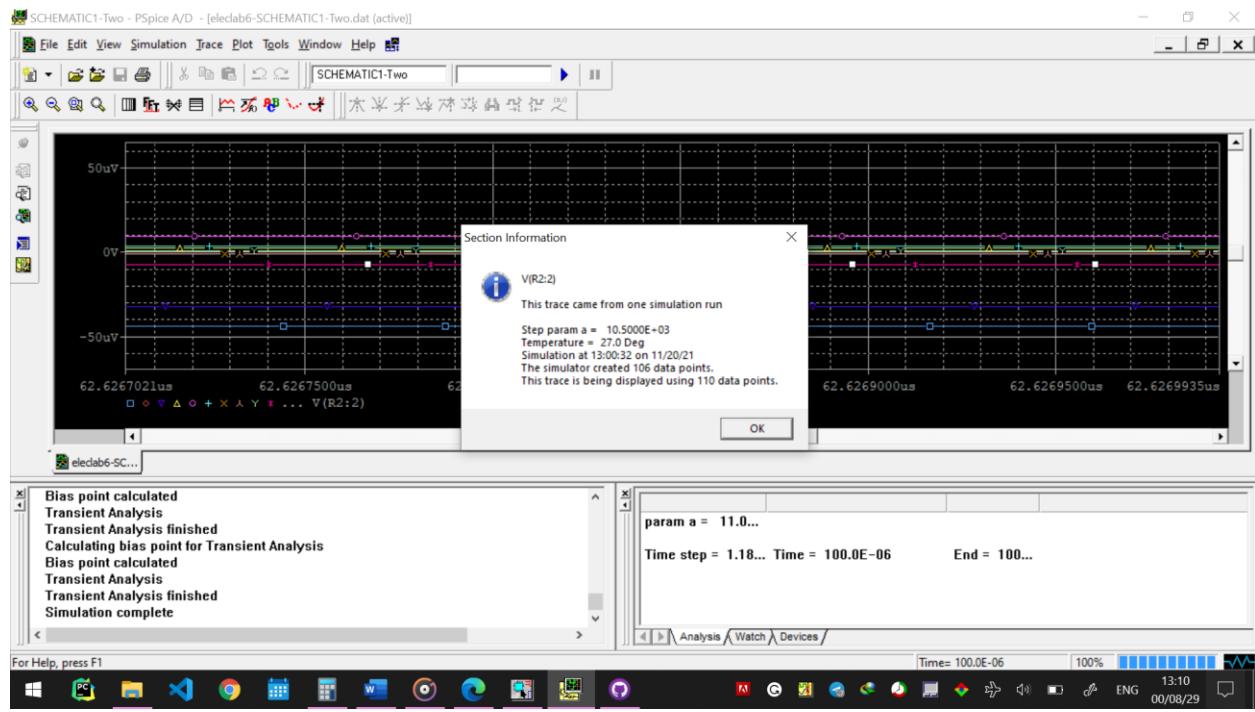
با زوم کردن روی نمودار، می‌بینیم که بزرگترین مقاومتی که حالت بحرانی نوسانی را ایجاد کرده توسط نمودار قرمز نشان داده شده و کوچکترین مقاومتی هم که حالت بحرانی نوسانی را ایجاد نکرده، بنفش رنگ است.

خط بنفش، مقاومت ۱۱ کیلواهرمی را نشان می‌دهد و خط قرمز، مقاومت ۶ کیلواهرمی. پس باید مقاومت‌های این بازه را بررسی کنیم تا پاسخ دقیق‌تری پیدا کنیم. این بار مقاومت‌ها را با فاصله‌ی ۵.۰ کیلواهرم در این بازه در نظر می‌گیریم.

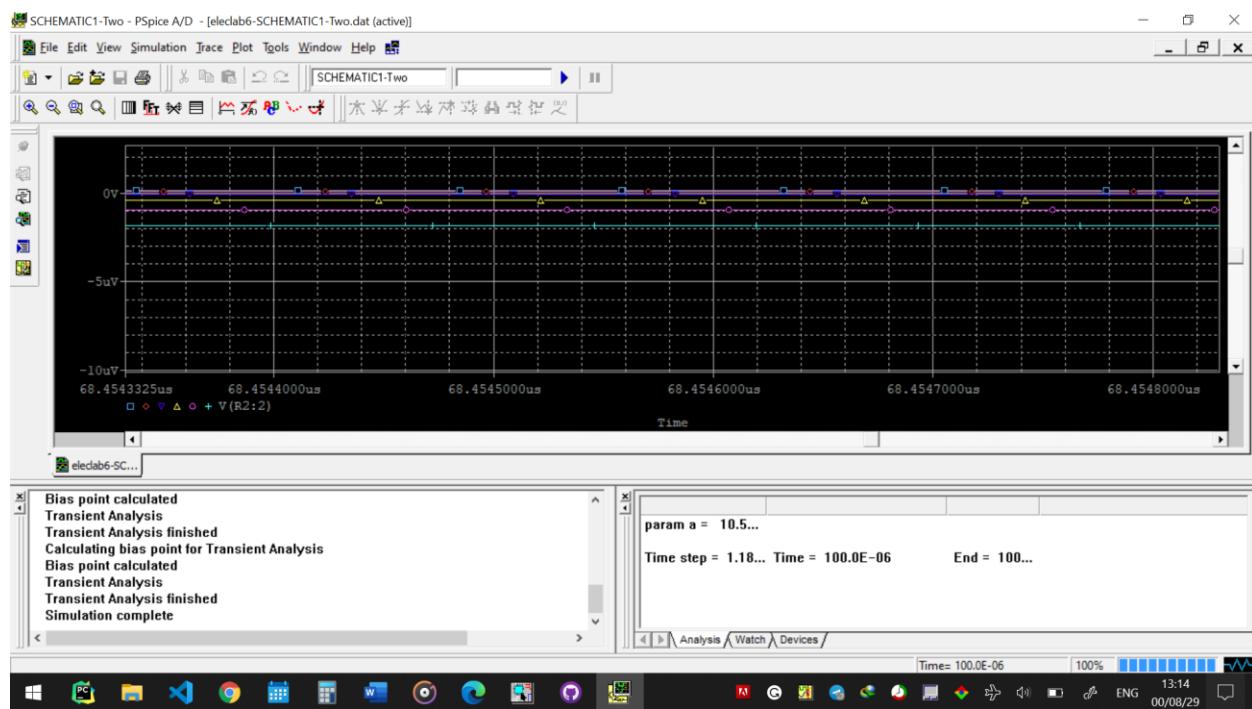
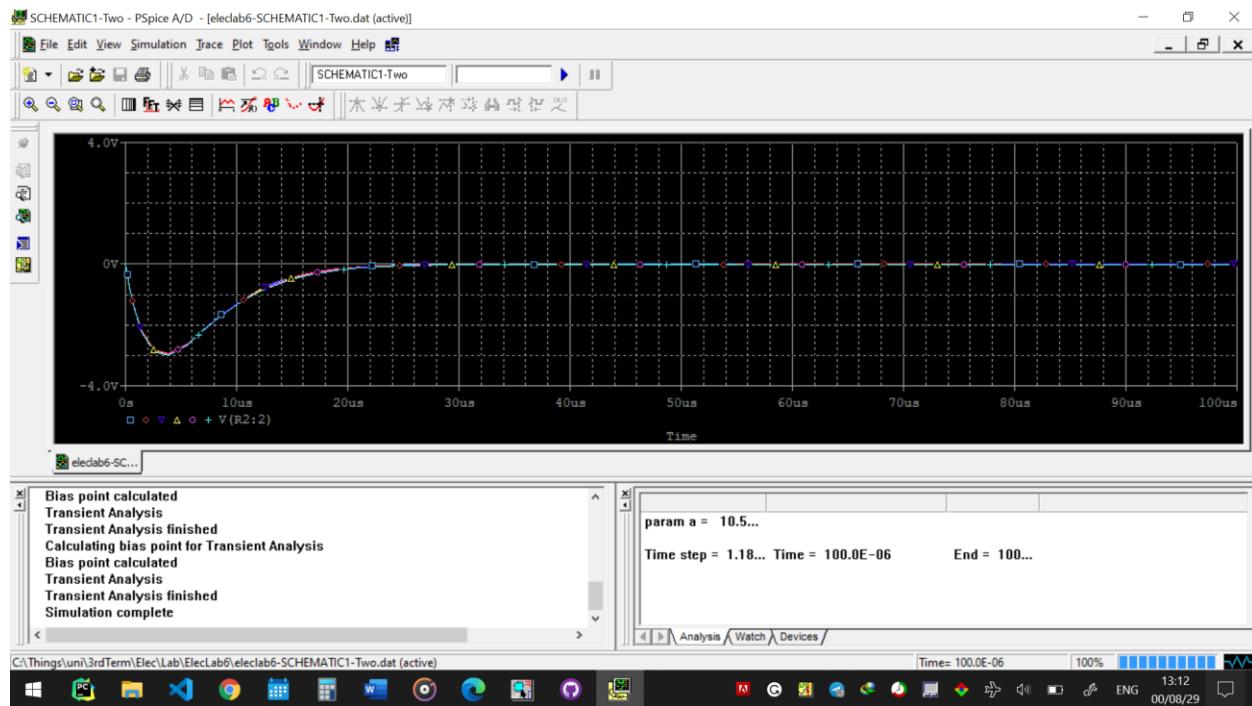




در این جا می بینیم که خط سبز که بالاتر از صفر رفته، مربوط به مدار با مقاومت ۱۰ کیلواهمی است.

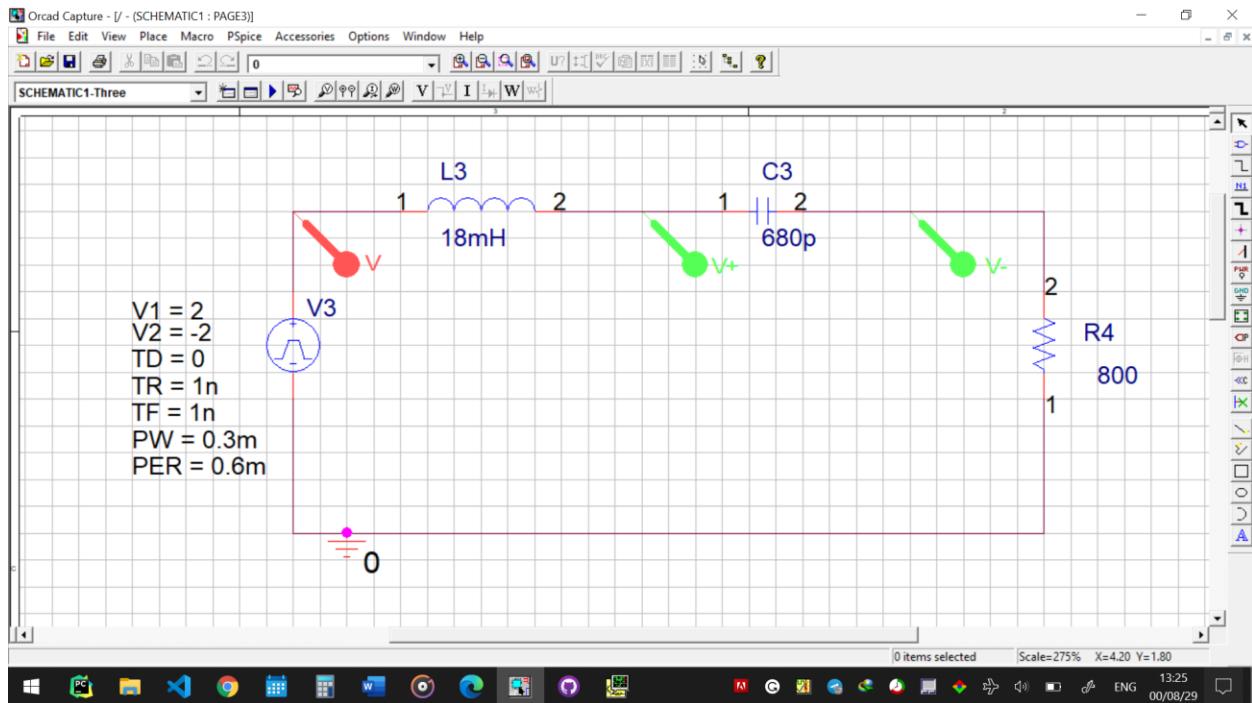


این هم مربوط به مقاومت ۱۰.۵ کیلواهرمیست که برخلاف مقاومت ۱۰ کیلواهرمی، حالت نوسانی میرا را ایجاد نمی‌کند. پس این بار مقاومت‌های بین ۱۰ تا ۱۰.۵ کیلواهرمی را با فواصل ۱۰۰ اهمی بررسی می‌کنیم.



خط زرد مربوط به مدار با مقاومت $11.3\text{ k}\Omega$ است و خط بنفش مربوط به مدار با مقاومت $11.2\text{ k}\Omega$ است، یعنی مقاومت بحرانی مدار مقداری در این حدود دارد که با مقدار تئوری‌ای که محاسبه کردیم تطابق دارد.

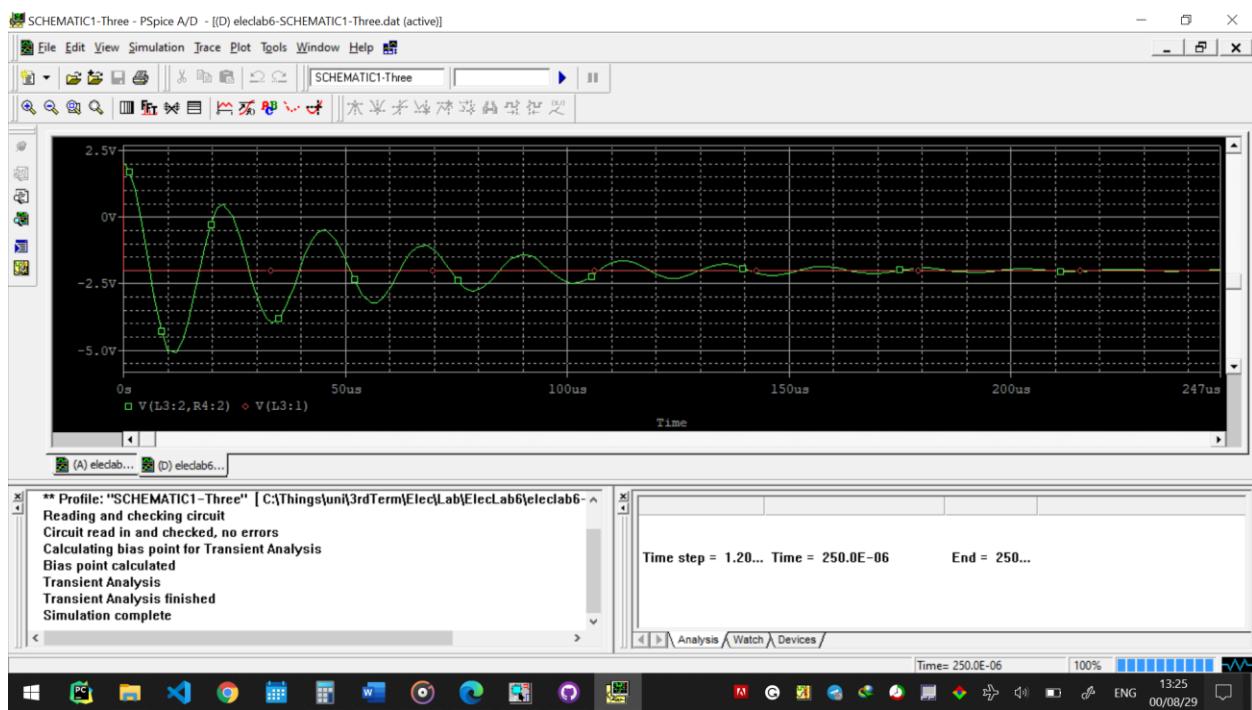
۴. مداری مشابه زیر می‌بندیم که حالت نوسانی میرا دارد، و مقادیر عملی و تئوری ثابت زمانی را محاسبه می‌کنیم:

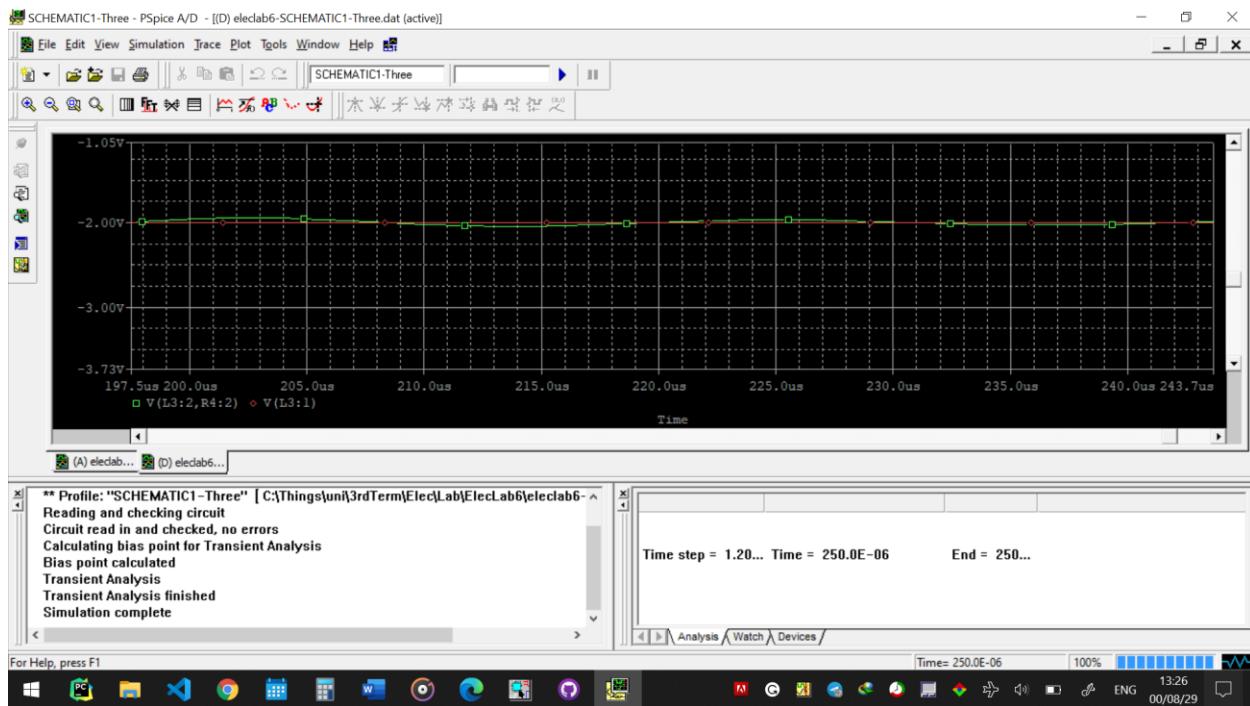


ابتدا مقدار تئوری را محاسبه می‌کنیم:

$$5\tau = 10 \frac{L}{R} = \frac{10 * 18 * 10^{-3}}{800} = 2.25 * 10^{-4} = 22.5 \text{ ms}$$

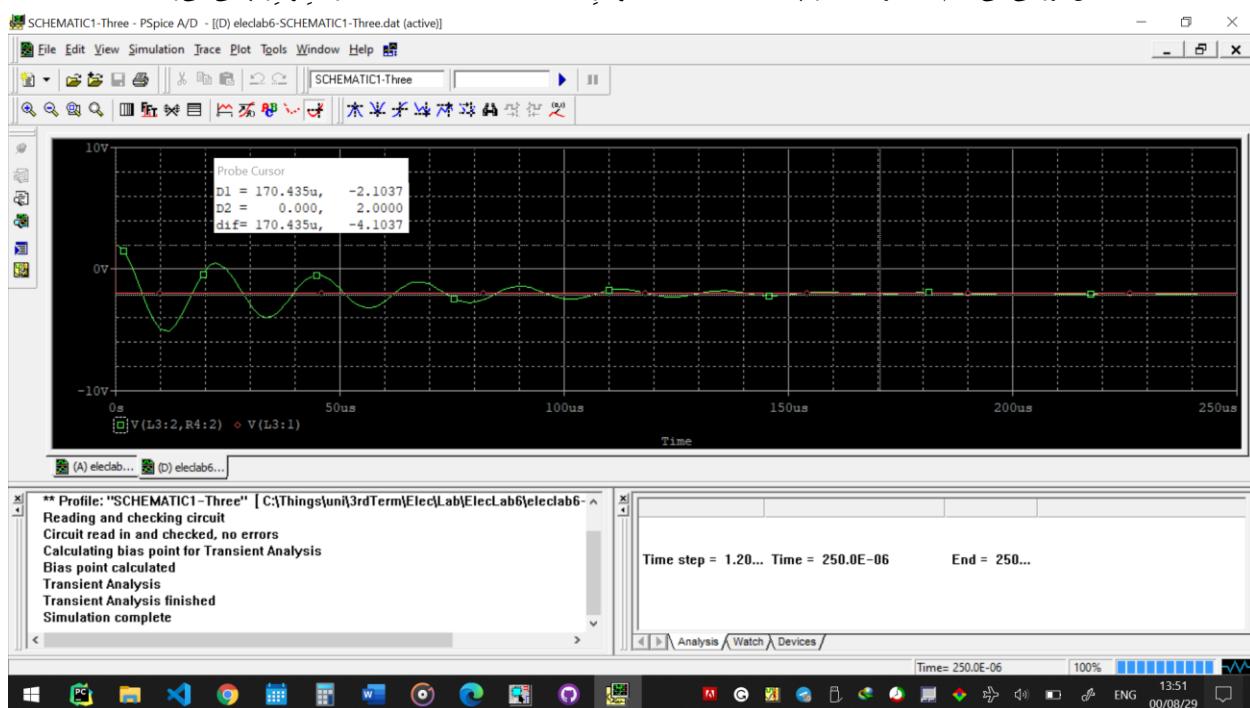
حال مقدار عملی را مشاهده می‌کنیم:





می‌بینیم که مقادیر عملی و تئوری با یکدیگر تطبیق دارند.

.۵. حال بررسی می‌کنیم که تقریباً بعد از چند Overshoot ها به ۲ تا ۵ درصد ولتاژ نهایی می‌رسد.



می‌بینیم که تقریباً در هشتین Overshoot . پس می‌توان پس از آن، ولتاژ خازن را پیدار فرض کرد.