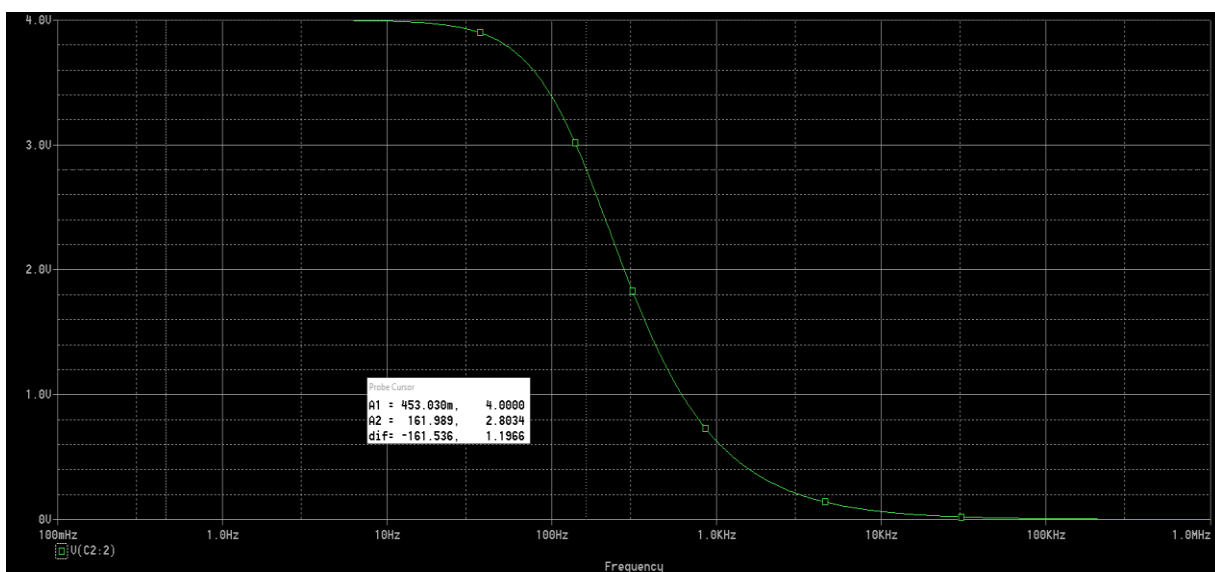
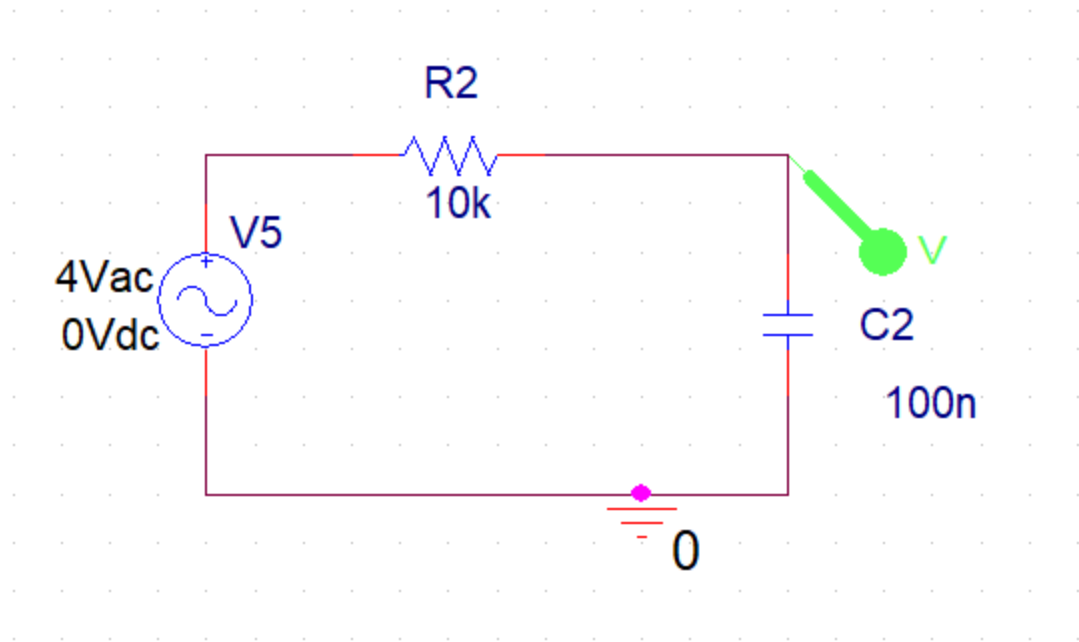


- 1- با توجه به فرمول پایین که در دستور کار آمده است؛ بیشترین مقدار نسبت خروجی به ورودی برابر با 1 می باشد که در آن $w=0$ است. و کمترین مقدار نیز برابر با 0 می باشد که در آن امگا به بینهایت میل میکند. برای مقدار فی نیز بدین صورت داریم که در ابتدا که $w=0$ می باشد، اختلاف فاز یا فی برابر با 0 درجه می باشد و در هنگامی که امگا به بینهایت میل میکند، اختلاف فاز یا مقدار فی برابر با -90 درجه می باشد.

$$|A_v| = \left| \frac{V_o}{V_i} \right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$$

$$\phi = \text{Arctg}(-\omega RC)$$

حال با آزمایش به صحت این گفته ها میپردازیم:

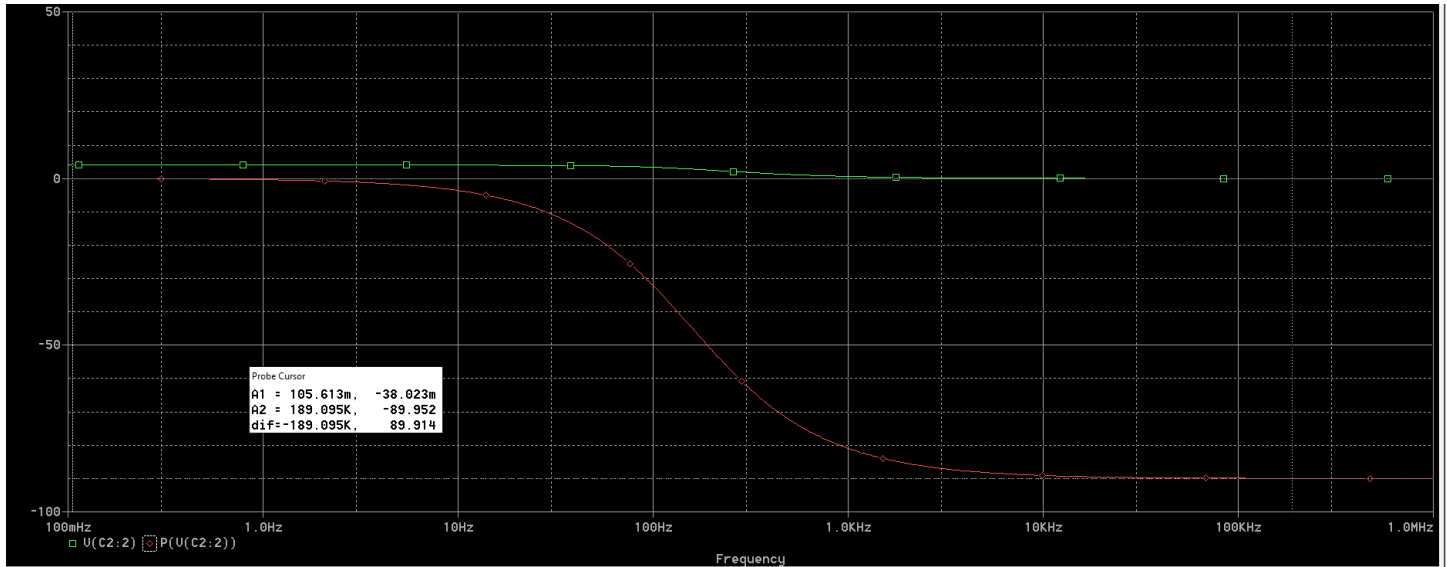


به محاسبه ی فرکانس قطع میپردازیم. میدانیم که فرکانس قطع تقریباً برابر با 0.7 حداکثر ولتاژ (در اینجا 4) می باشد. به وسیله ی کرسر این مقدار را به دست می آوریم که تقریباً برابر با 162 هرتز می باشد. حال به بررسی مقدار تئوری فرکانس قطع میپردازیم:

$$f = \frac{1}{2\pi RC} = 159 \text{ Hz} \quad R = 10 \text{ k}\Omega \quad C = 100 \text{ nF}$$

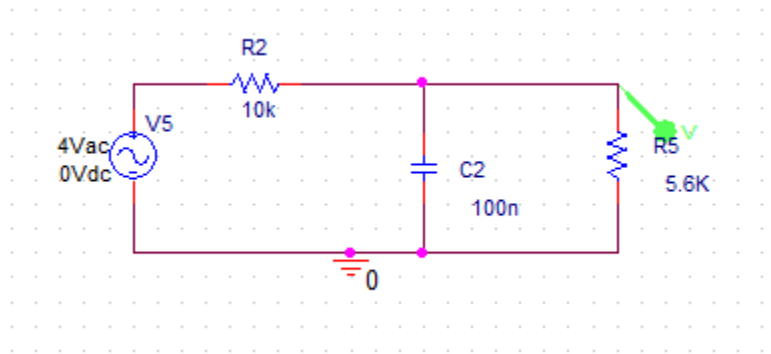
مشاهده میشود که مقادیر تئوری و عملی با تقریب نسبتاً خوبی با هم برابرند.

اکنون اختلاف فاز یا فی بر حسب فرکانس را بدست می آوریم:

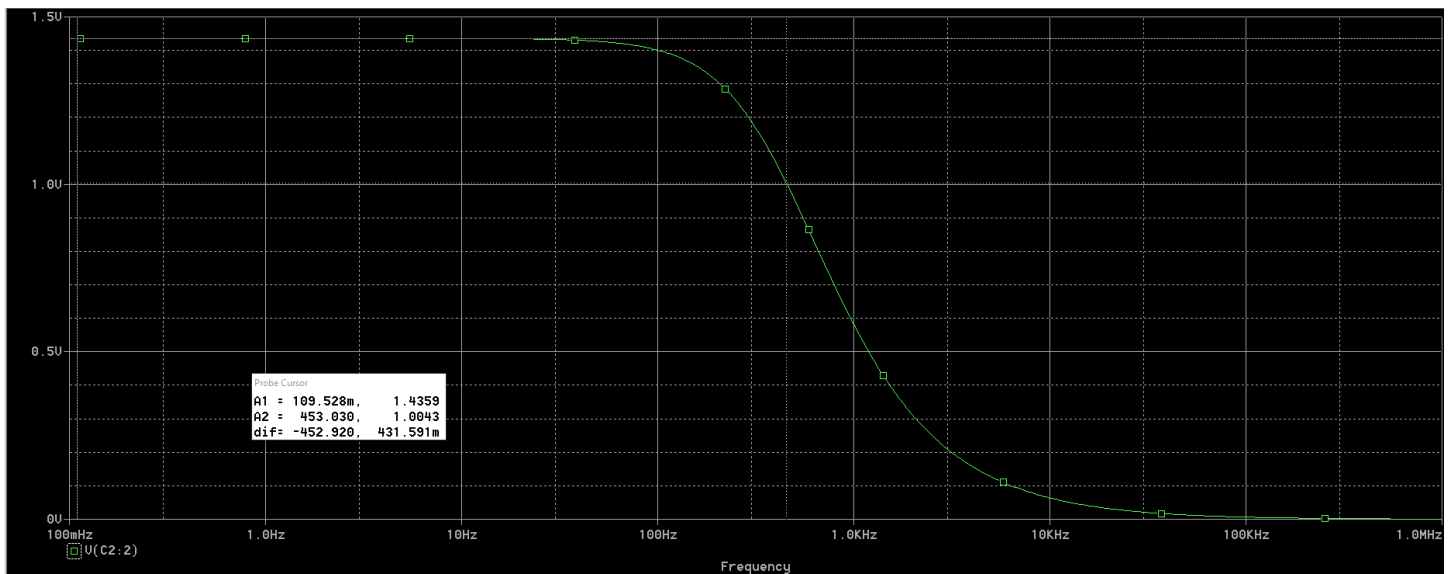


مشاهده میکنیم همانند چیزی که گفته شد در هنگام $w=0$ اختلاف فاز برابر با 0 بود و در امگای بینهایت مقدار آن به -90 درجه میرسد.

همچنین مشخص است که فرکانس قطع در -45 درجه اتفاق میوفتد.



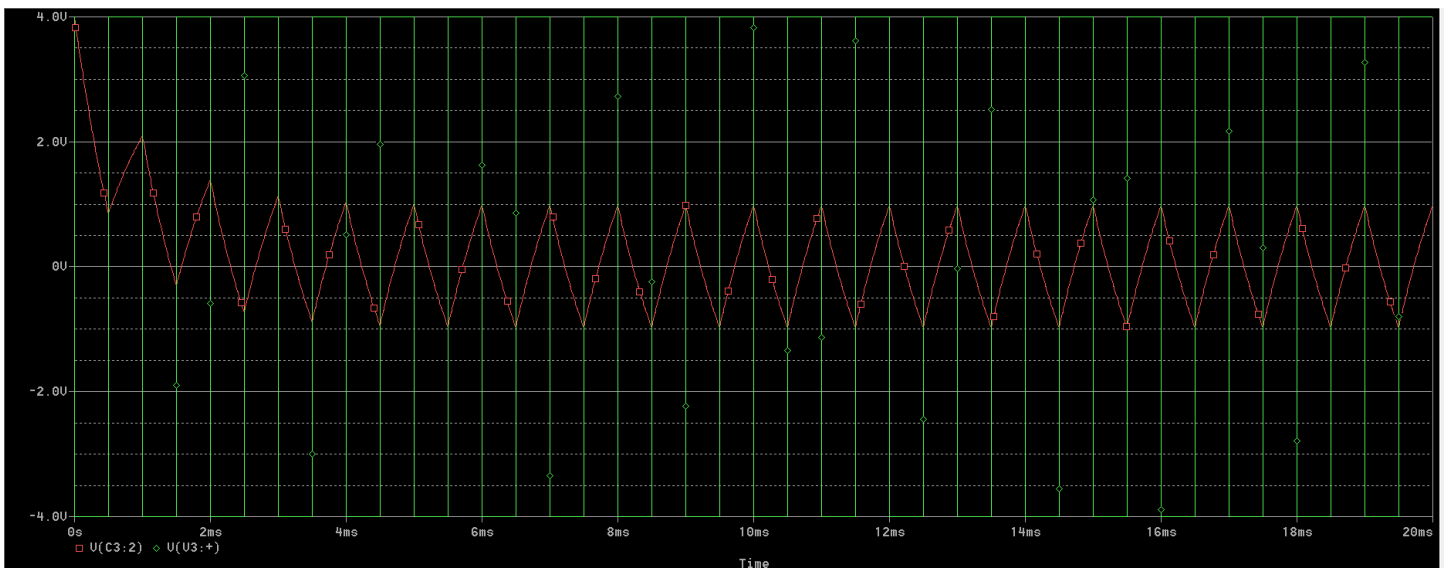
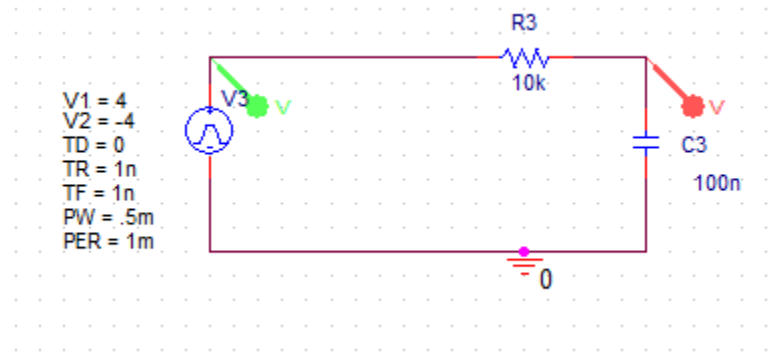
به بررسی مدار در حضور بار میپردازیم:



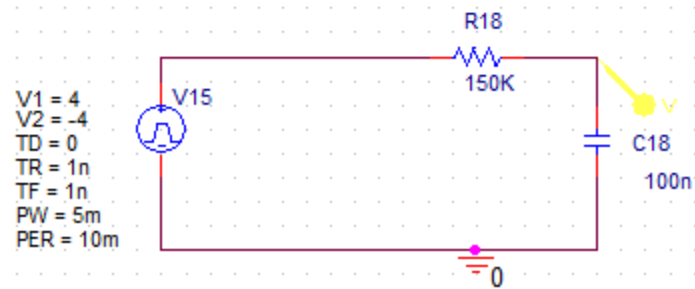
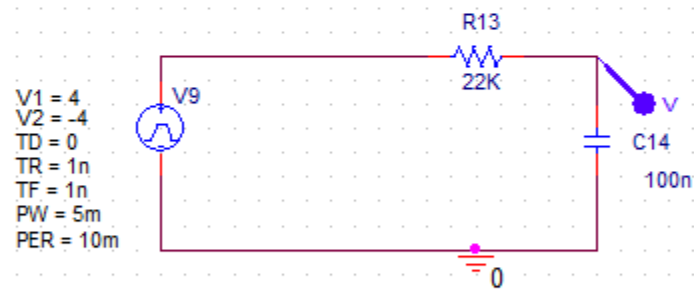
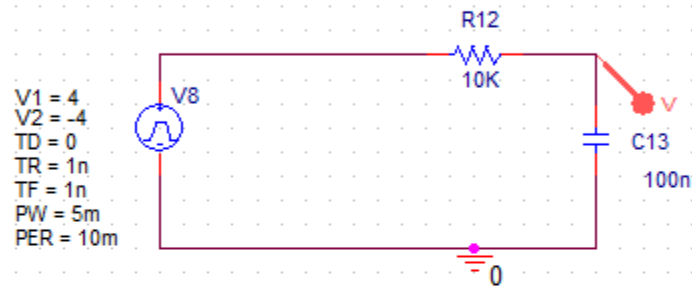
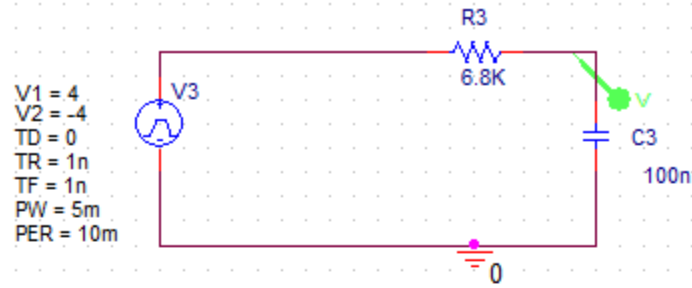
در حالتی که مقاومت نداریم تمام جریان به خازن میرسد. اما در این حالت بخشی از جریان نیز به مقاومت موازی شده با خازن میرسد و خازن نمیتواند شارژ ماکزیمم شود.

با توجه به این که فرکانس و مقاومت رابطه ی عکس دارند نتیجه میشود که با افزایش مقاومت مقدار فرکانس قطع بیشتر میشود که در اینجا برابر با 453 هرتز شده و کاملاً واضح میباشد.

در ادامه به مدار انتگرال گیر پالسی میپردازیم:



میدانیم که انتگرال یک عدد ثابت برابر با یک خط میباشد. و در اینجا نیز منبع پالسی با مقادیر ثابت داریم. پس انتظار داریم که مدار انتگرال گیر داشته باشیم. مشاهده میشود در زمانی که مقدار منبع پالسی برابر با $4+$ میباشد، شیب خط مثبت میباشد و در حالتی که مقدار تابع پالسی برابر با $4-$ میباشد، شیب خط منفی میشود. در نتیجه دو حالت تئوری و عملی تناظر دارند.



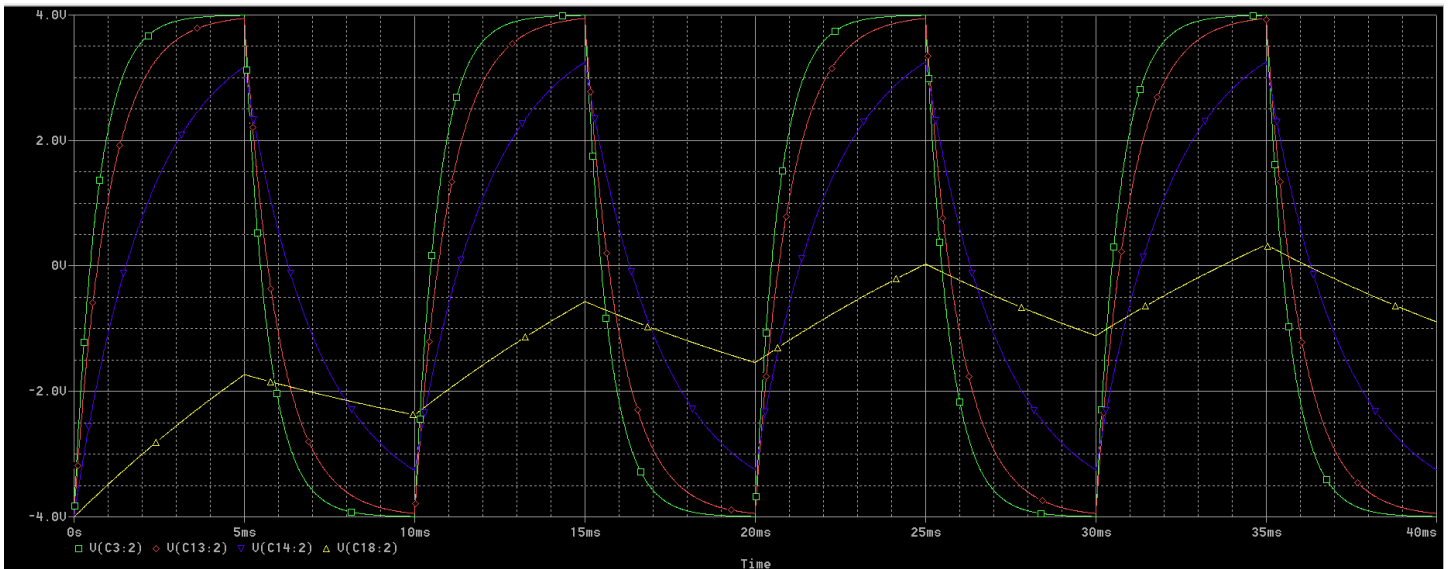
انتگرال گیر RC:

چنانچه مقادیر R و C طوری انتخاب شوند که $\omega RC \gg 1$ باشد، بطوریکه دیده ایم در فرکانسهای بزرگتر از، f_c اندازه V_o بسیار کوچک و تقریباً برابر صفر است. در این صورت با توجه به شکل مدار می توان نوشت:

$$\begin{cases} V_i(t) = Ri(t) + V_o(t) \approx Ri(t) = RC \frac{dV_o(t)}{dt} \\ i(t) = i_c(t) = C \frac{dV_c(t)}{dt} = C \frac{dV_o(t)}{dt} \end{cases} \Rightarrow V_o(t) = \frac{1}{RC} \int V_i(t) dt$$

رابطه فوق نشان می دهد که ولتاژ خروجی انتگرال (تابع اولیه) ولتاژ ورودی است. لذا تحت شرایط $\omega RC \gg 1$ مدار فوق را یک انتگرال گیر می نامند.

از مدار فیلتر پایین گذر میتوان به عنوان انتگرال گیر استفاده کرد که دقت آن به مقدار فرکانس و مقاومت وابسته است؛ به طوری که هرچه مقدار مقاومت، ظرفیت و فرکانس بیشتر باشد، میزان دقت بالاتر است.

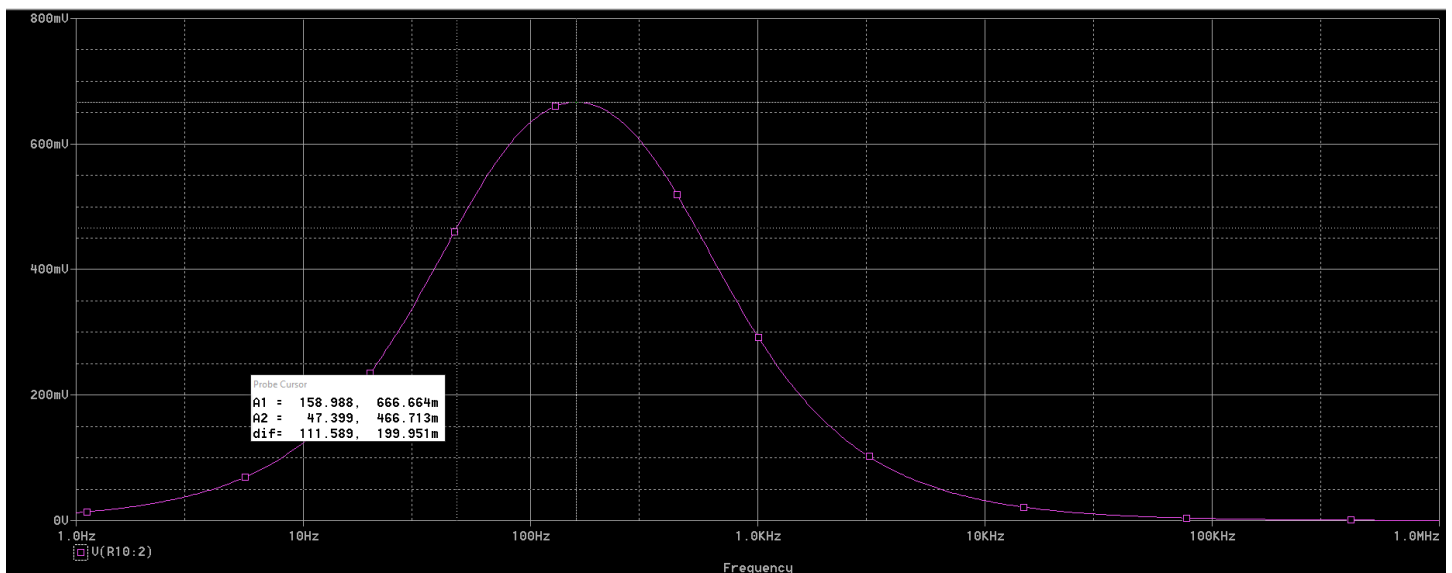
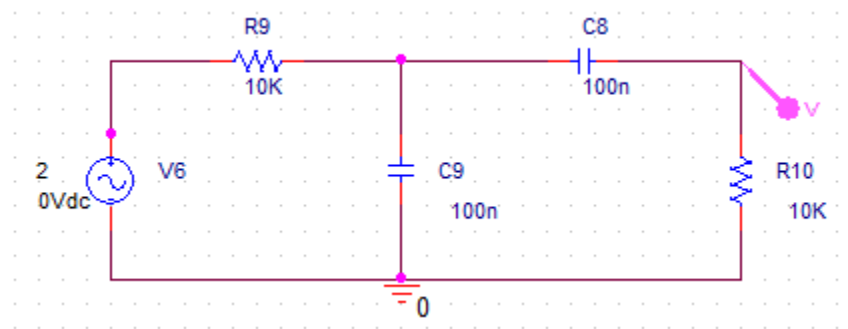


از رابطه ی بالا میدانیم که V_o یا ولتاژ خروجی با مقدار ظرفیت و مقاومت نسبت عکس دارد. در نتیجه همانند نمودار بالا با افزایش مقاومت مقدار ولتاژ خروجی کاهش یافته است و دقت نیز افزایش یافته. میبینیم که حالت عملی و تئوری تناظر دارند. در مدار دارای مقاومت 5.6 کیلو اهم، نمودار انتگرال گیر ان نمایی است ولی در حالتی که مقاومت برابر با 10 کیلو اهم میباشد، به این دلیل که بخاطر مقدار مقاومت بالای مدار، خازن فرصت شارژ کامل که برابر با $5RC$ میباشد را ندارد، نمودار انتگرال گیر دارای خط صاف است و دقت بیشتری را نیز دارا میباشد.

الف - صافی میان گذر RC :

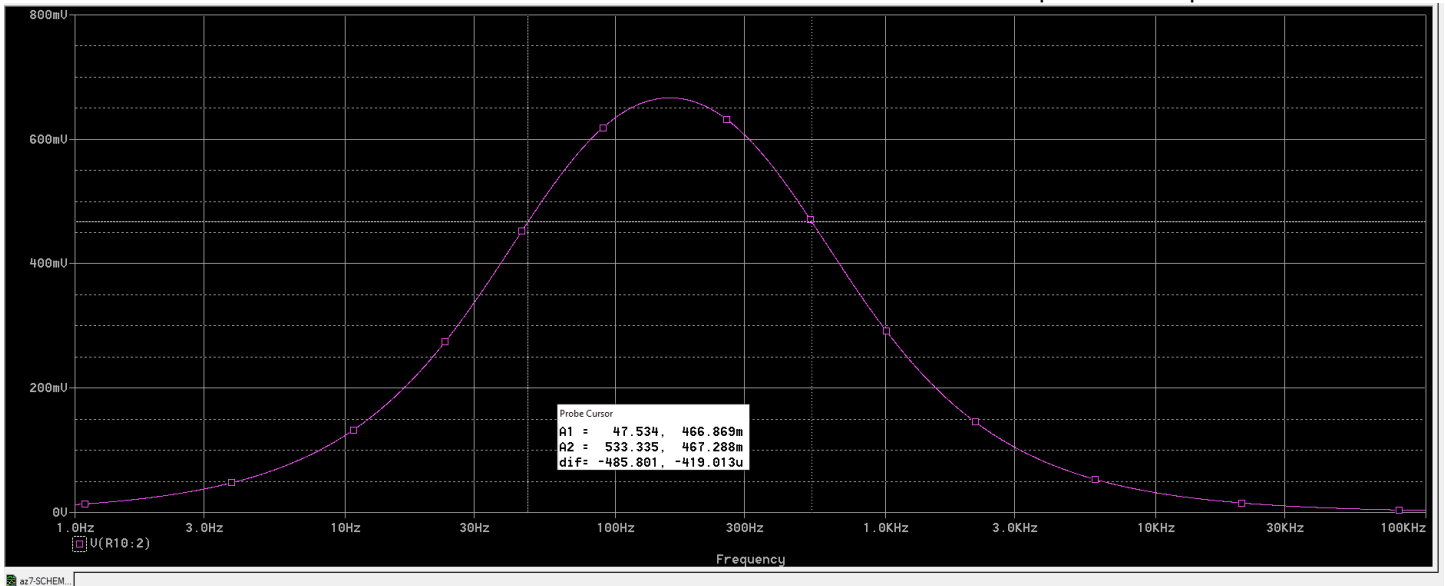
با استفاده از مقاومت $R=10k\Omega$ و $C=100nF$ مدار میان‌گذری بسازید. یک موج سینوسی با ولتاژ ماکزیمم ۲ ولت به مدار اعمال نموده و برای فرکانس‌های داده شده در جدول ۲ مقدار ولتاژ خروجی و اختلاف فاز را اندازه‌گیری کنید. دقت داشته باشید که هنگامی که فرکانس نوسان‌ساز را تغییر می‌دهید، ولتاژ ورودی تغییر نکند و همواره روی ۲ ولت ثابت بماند.

-فرکانس قطع و پهنای باند این فیلتر را به صورت تئوری و عملی محاسبه کنید.



مقدار ماکزیمم ولتاژ را به راحتی توسط کرسر به دست می‌آوریم. این مقدار برابر با 666.664m ولت می‌باشد که در فرکانس 111.589 هرتز اتفاق می‌وفتد.

میدانیم که فرکانس قطع در حدود 0.7 حداکثر ولتاژ اتفاق می‌وفتد. بخاطر صافی میان‌گذر بودن این مدار، 2 بار مقدار 0.7 حداکثر ولتاژ اتفاق می‌وفتد که برابر با 466.66m ولت می‌باشد. حال فرکانس این دو مقدار را به وسیله ی کرسر به دست می‌آوریم:



مشاهده میشود که دو فرکانس قطع به ترتیب برابر با 47.5 هرتز و 533.3 هرتز میباشد.

میدانیم که پهنای باند برابر با اختلاف دو فرکانس قطع میباشد. پس پهنای باند تقریباً برابر با $533.3 - 47.5 = 485.8$ هرتز میباشد.

حال مقادیر ثنوری را بدست می آوریم و با مقدار عملی مقایسه میکنیم:

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}, \quad f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi}, \quad \omega_1 \approx \frac{3.3}{RC}, \quad \omega_2 \approx \frac{0.3}{RC}$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C = 100 \text{ nF}$$

$$\omega_1 = \frac{3.3}{(10^4 * 10^{-7})} = 3300$$

$$\omega_2 = \frac{0.3}{(10^4 * 10^{-7})} = 300$$

$$f_1 = \frac{3300}{2\pi} = 525.21 \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{300}{2\pi} = 47.74 \text{ Hz}$$

$$\rightarrow BW = 525.71 - 47.74 = 477.47$$

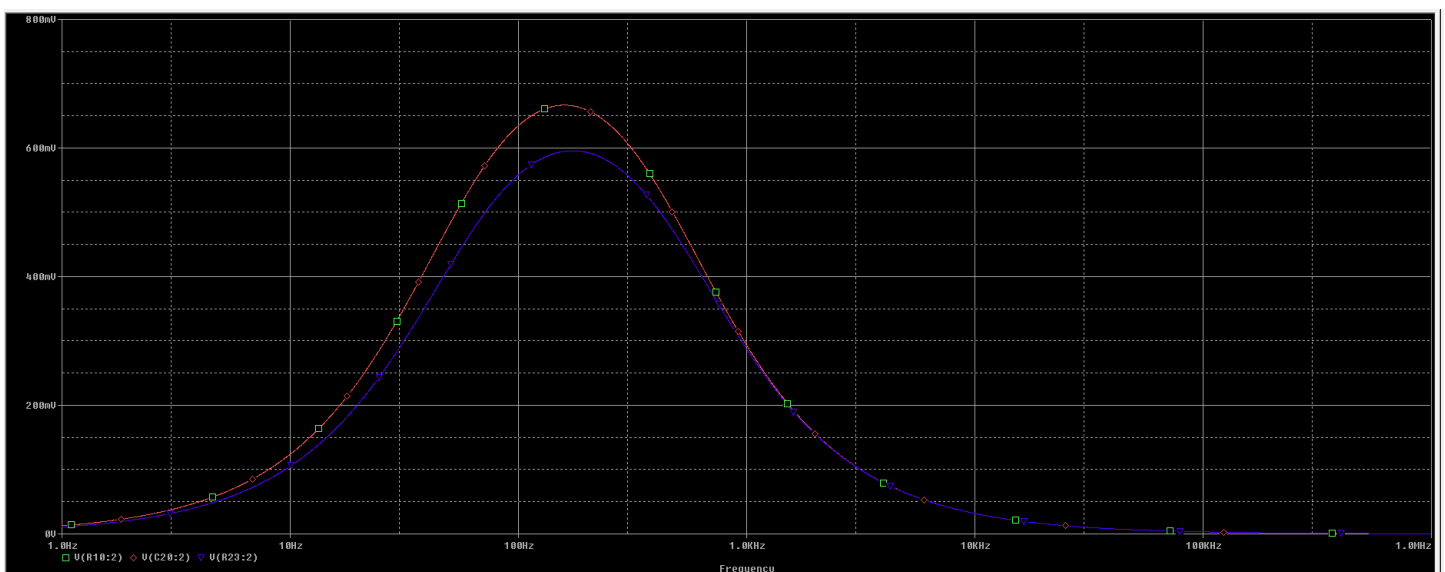
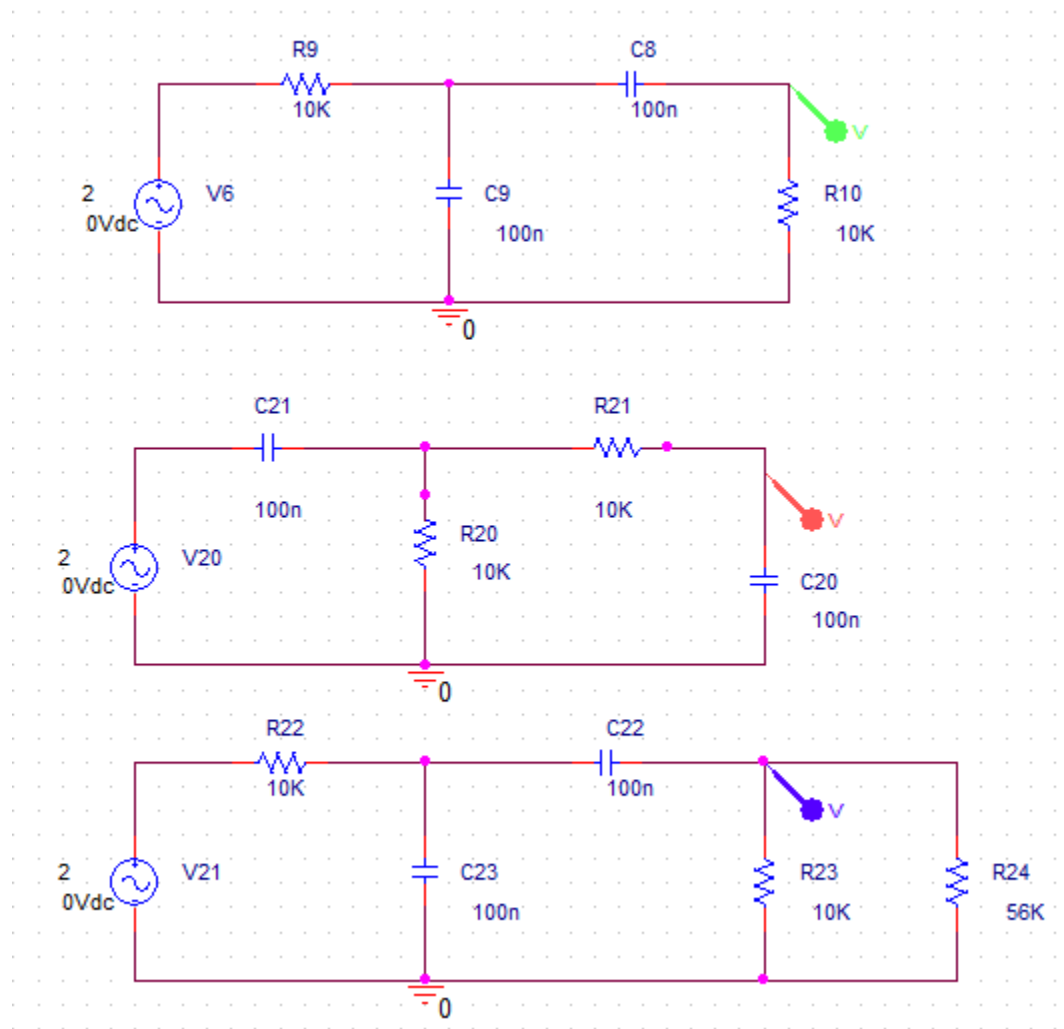
حال به محاسبه ی f_0 میپردازیم:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi * 10^4 * 10^{-7}} = 159 \text{ Hz}$$

مشاهده میکنیم که مقادیر عملی و نظری با تقریب نسبتاً خوبی با یکدیگر برابر اند.

پیش گزارش 3 و 4:

بررسی تاثیر جابه جایی طبقه های بالاگذر و میانگذر و وجود بار:



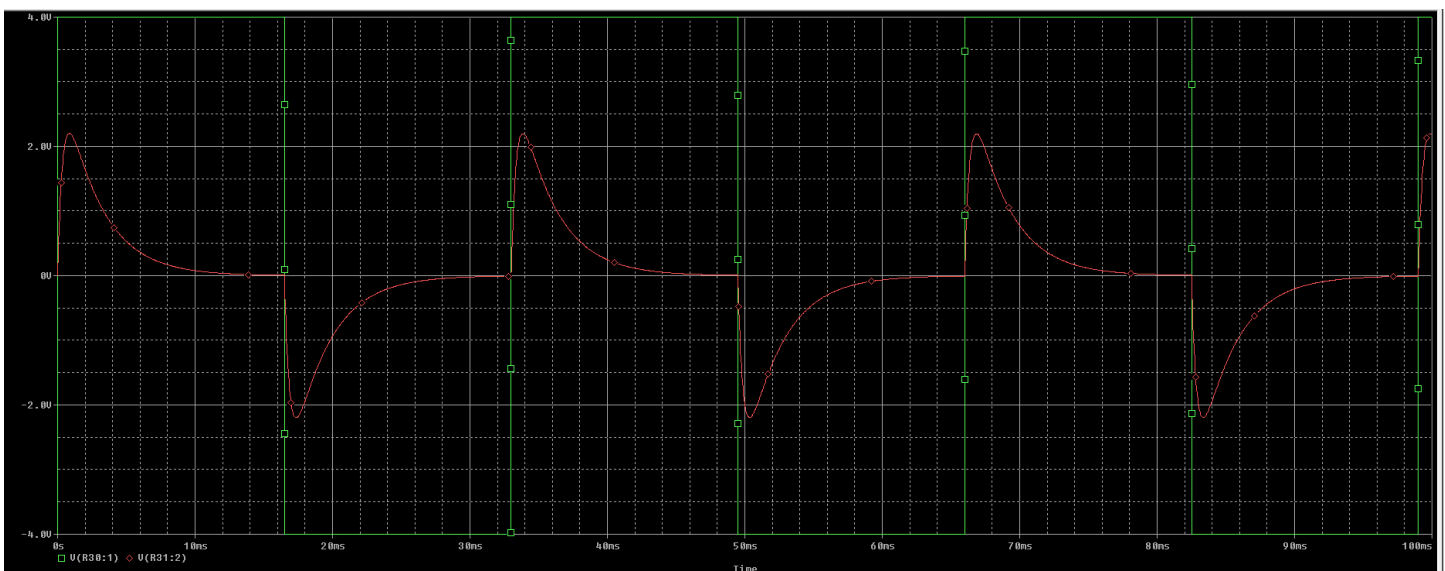
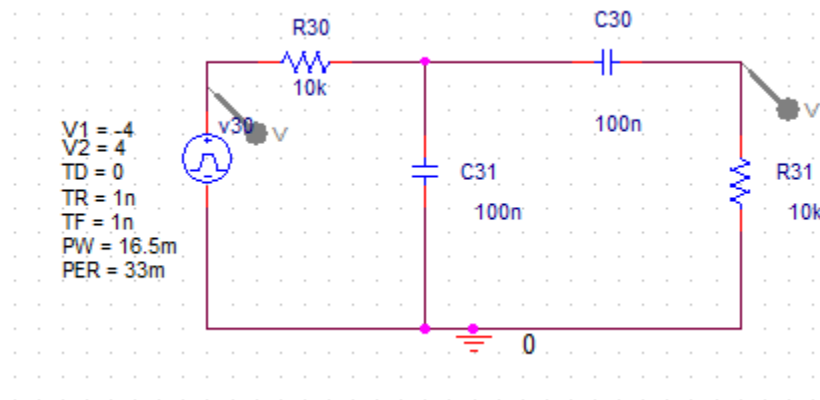
مشاهده میشود که نمودار قرمز رنگ و سبز رنگ (دو مداری که طبقه ها را جابه جا کردیم) بر هم منطبق میباشند.

ب - مدار میان‌گذر در فرکانس‌های خیلی بالا و خیلی پایین:

به مدار میان‌گذر ساخته شده در قسمت الف موج مربعی با دامنه $4V_{p-p}$ اعمال نمایید. شکل ولتاژ خروجی را برای فرکانس‌های $30Hz$ ، $150Hz$ و $2kHz$ رسم نمایید. شکل ولتاژ خروجی را چگونه توجیه می‌نمایید؟

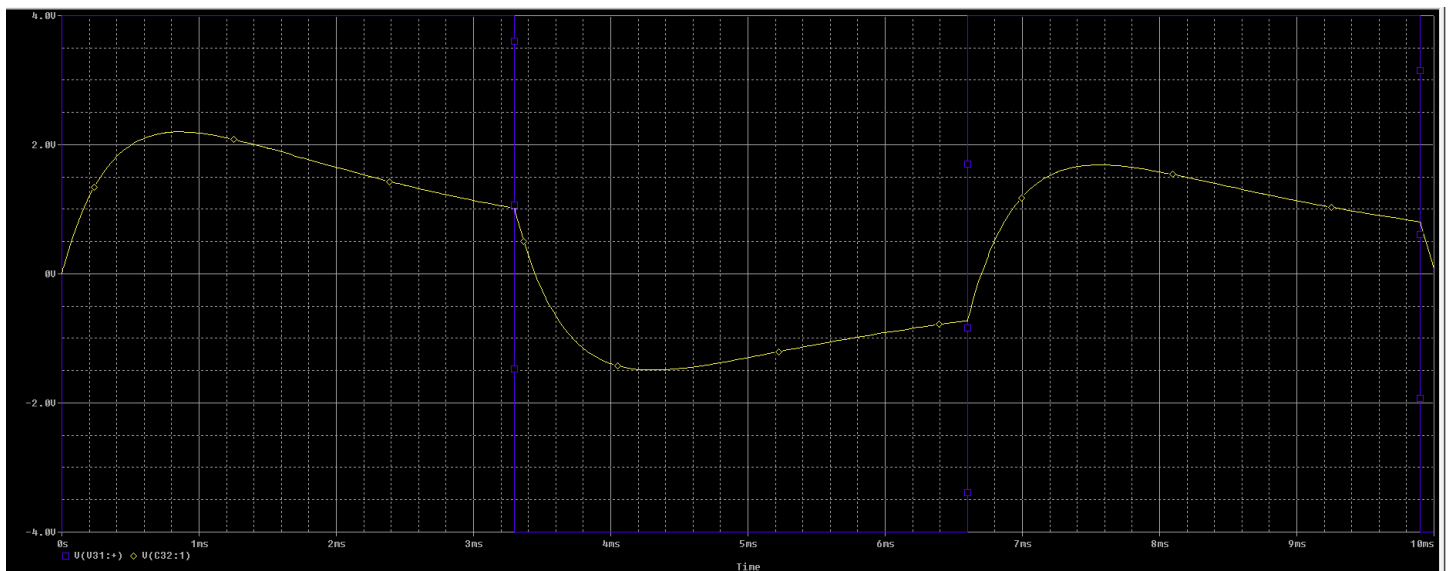
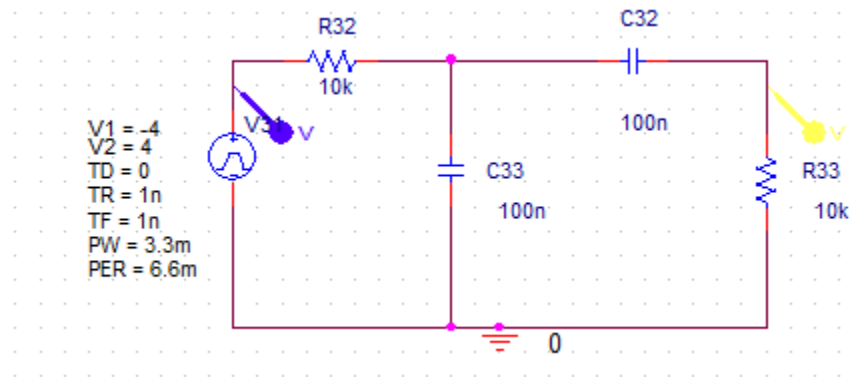
آیا می‌توان از یک فیلتر میان‌گذر به عنوان یک مدار انتگرال‌گیر یا مشتق‌گیر استفاده نمود؟ در صورت امکان محدوده‌ای از فرکانس را تعیین کنید که چنین عملی صورت گیرد؟

فرکانس 30 هرتز:

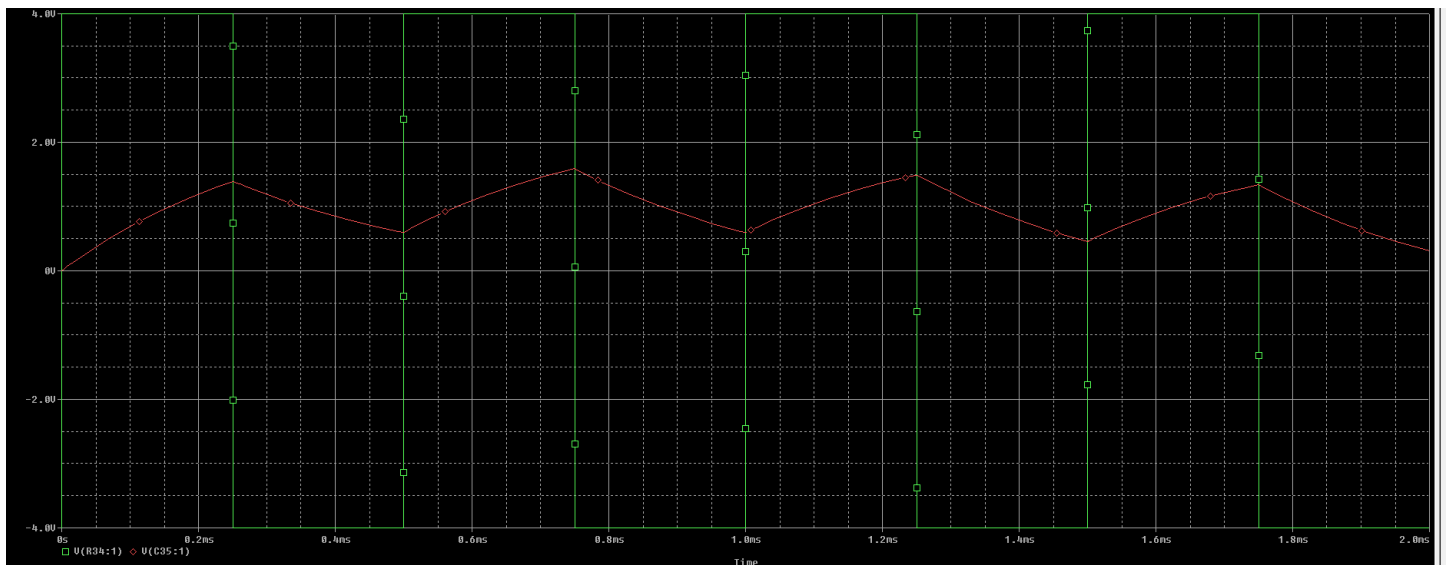
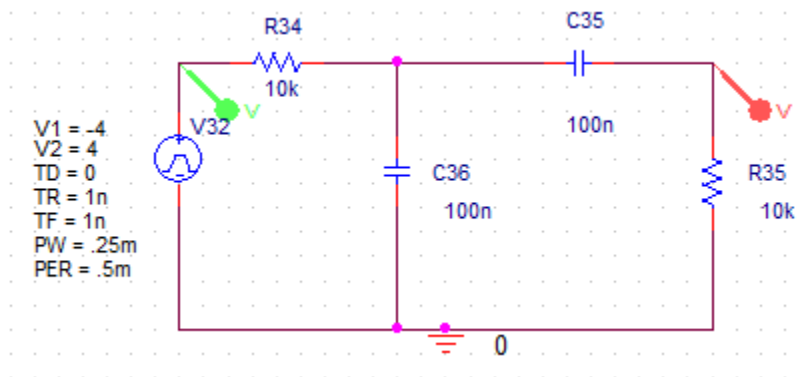


در این حالت مدار مشتق‌گیر می‌باشد.

فرکانس 150 هرتز



فرکانس 2K هرتز:



مشاهده میکنیم که با افزایش فرکانس مدار انتگرال گیر شده به گونه ای که در نقاطی که مقدار پالس مثبت 4 میباشد، شیب مثبت و در موقعی که مقدار پالس -4 میباشد شیب منفی میباشد.

به طور کلی با افزایش فرکانس مدار رفتار انتگرال گیر پیدا میکند و با کاهش فرکانس به رفتار مشتق گیر نزدیک میشود.