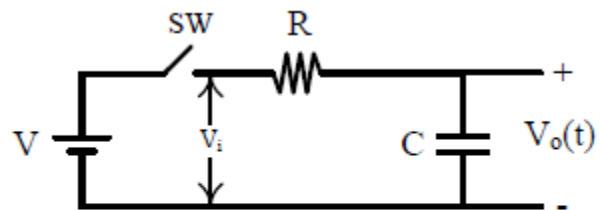


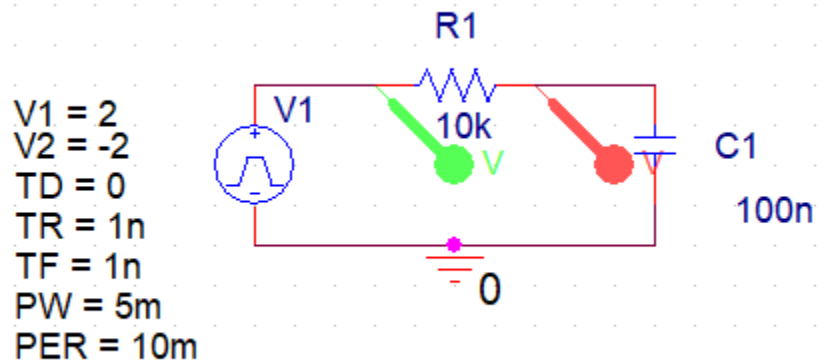
۱- مدار شکل ۱ را با $R=10k\Omega$ و $C=100nF$ بسته و یک ولتاژ پله‌ای با دامنه ۲ ولت ماکزیمم به مدار اعمال کنید (از موج مربعی با فرکانس حدود ۱۰۰ هرتز به عنوان ولتاژ پله‌ای استفاده کنید). ورودی مدار را به کانال ۱ و خروجی آن را به کانال ۲ نوسان نگار متصل نمائید. پاسخ مدار را مشاهده و رسم کنید و از روی منحنی بدست آمده ثابت زمانی مدار را تعیین نموده و با مقدار RC مقایسه کنید.

$$V_o(t) = V(1 - e^{-t/\tau})$$

$$\tau = RC$$



شکل ۱



همانطور که در قسمت 1 از ما خواسته شده مدار پله را به کمک vpulse و یک مقاومت 10 کیلو اهم و یک خازن 100 نانو فاراد به صورت سری می بندیم. Vpulse ما باید شرایط زیر را داشته باشد:

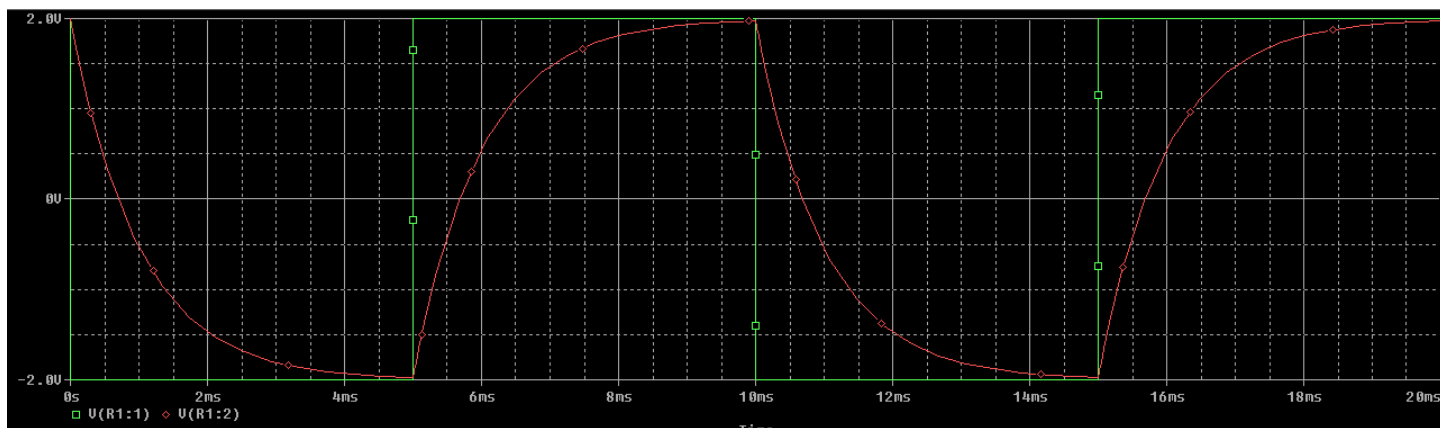
1) دامنه 2 ولت ماکزیمم : پس مقدار v1 و v2 را که دامنه max و min ما هستند را روی 2 و -2 تنظیم میکنیم.

2) نمیخواهیم مدار در ابتدا تاخیر داشته باشد پس TD(time delay) را 0 قرار میدهیم.

3) چون میخواهیم که تابع پله ما به صورت مربعی باشد زمان تغییر مقدار ولتاژ از بیشینه به کمینه و عکسش رو 0 میگذاریم و چون نرم افزار مقدار 0 را قبول نمیکند در نتیجه مقدار بسیار کوچکی مثلا 1ns را میگذاریم.

4) برای محاسبه دوره زمانی با توجه به اینکه فرکانس 100Hz است و مقدار دامنه عکس مقدار فرکانس است پس دامنه ما 0.01s بدست می آید.

حال برای آنکه 2 دوره زمانی را ببینیم میتوان از تحلیل Time domain استفاده کرد و مقدار زمان stop هم باید 2 برابر بگذاریم یعنی 20ms پس داریم :



وقتی که مقدار ولتاژ دو سر خازن که با رنگ قرمز مشخص شده به مقدار 0 نزدیک میشود یعنی خازن در حال دشارژ شدن است و وقتی مقدار ولتاژ از 0 دور میشود یعنی خازن در حال شارژ است و علامت مقدار ولتاژ هم نشان دهنده جهت قرار گیری منبع جریان و اینکه خازن از کدام سمتش در حال شارژ یا دشارژ است.

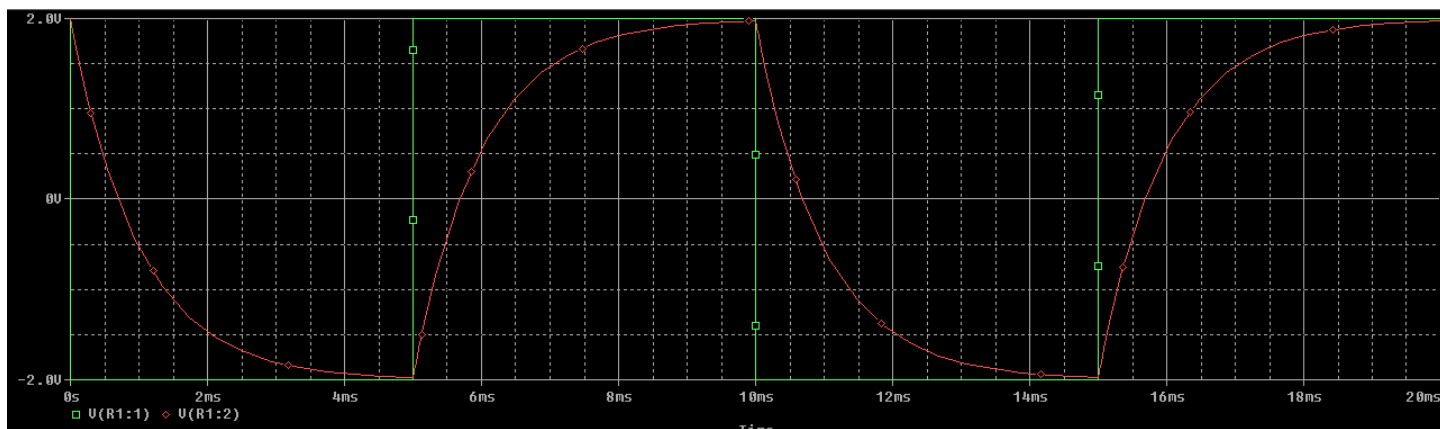
نکته: برای بدست آوردن ثابت زمانی باید زمان رسیدن مقدار ولتاژ دوسر خازن را از 0 به نزدیک ماکس یا مینیمم بدست آوریم (از جایی که شروع به شارژ شدن میکند)

مقایسه ثابت زمانی بدست آمده در حالت تئوری و عملی :

$$\tau = RC = 10k\Omega * 100nF = 1ms$$

میدانیم که خازن تقریباً در زمانی برابر 5 برابر مقدار ثابت زمانی به حالت تقریباً پایدار میرسد پس زمان رسیدن به حالت پایدار یا همان زمان که پاسخ گذرا را بررسی میکنیم برابر است با :

$$5\tau = 5ms$$



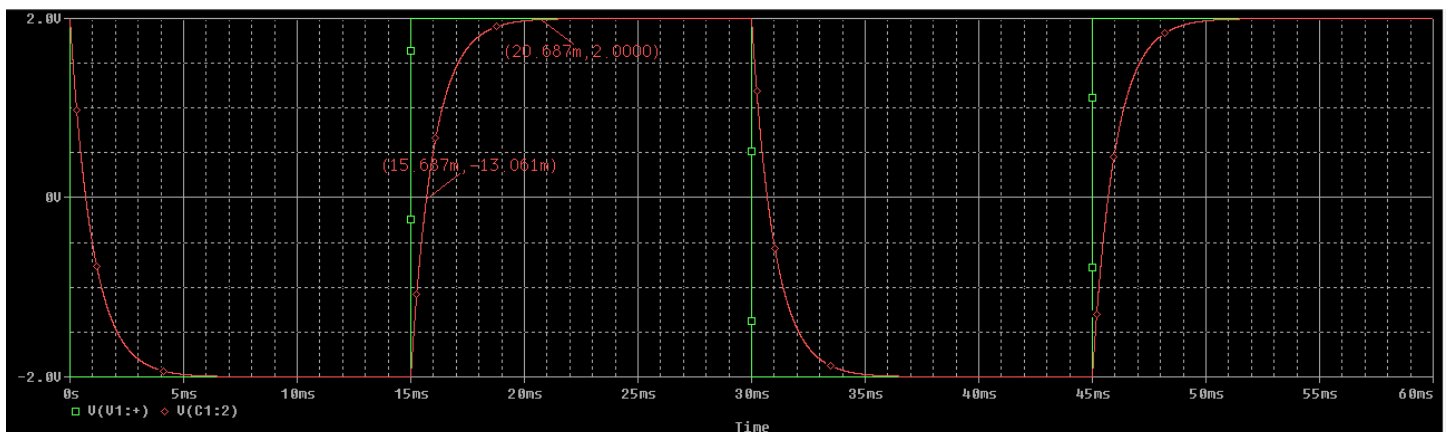
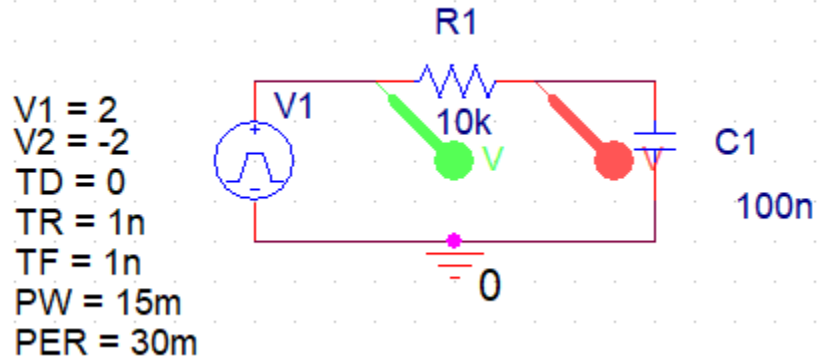
≈5ms

اگر بخواهیم که مقدار زمان شارژ شدن را بهتر ببینیم میتوان با تغییر مقدار دوره به $30ms$ دید که:

$$5\tau = \text{زمان شارژ} = 20.687ms \\ - 15.687ms = 5ms$$

$$\text{زمان شارژ} = 5ms$$

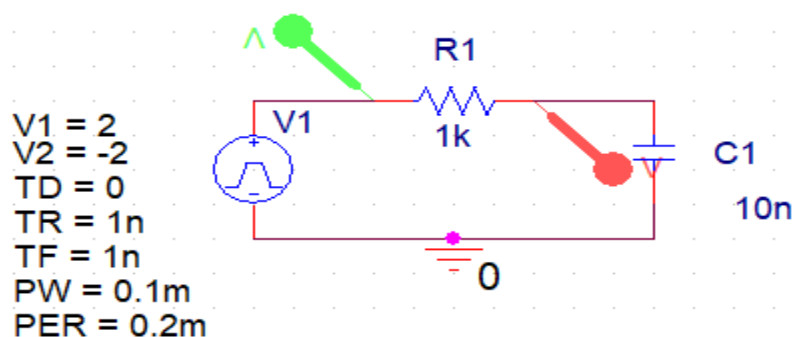
که با مقداری که به صورت تئوری بدست آوردیم برابر شد

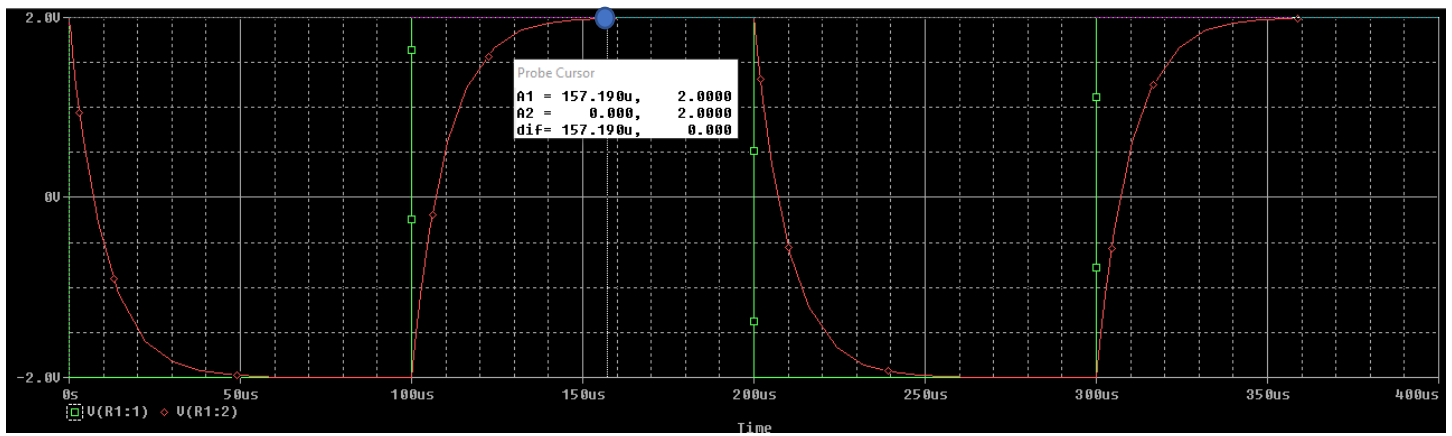
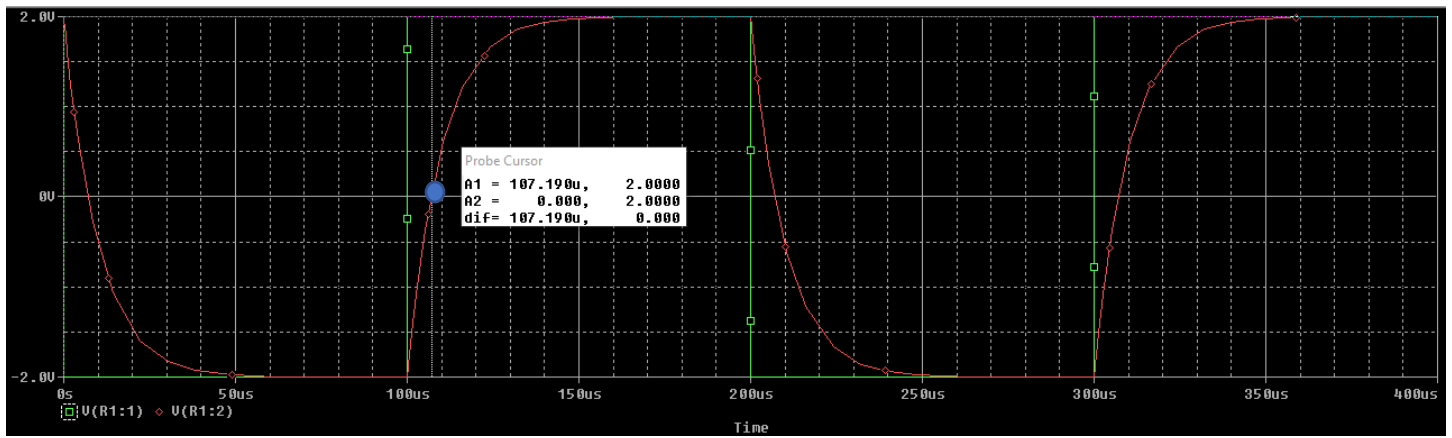


۲- حال با خازن $C = 10nF$ و با مقاومت‌های مجهولی که در اختیار دارید ($33k\Omega$ و $22k\Omega$, $1k\Omega$) آزمایش را تکرار و مقاومت‌های مجهول را از روی پاسخ مدار بدست آورید. (در هر مرحله چنانچه لازم است فرکانس را تغییر دهید تا زمان لازم برای شارژ و دشارژ فراهم شود). فرکانس در هر مرحله را یادداشت کنید.

مقدار مقاومت را اگر مقدار ثابت زمانی و مقدار ظرفیت خازن را داشته باشیم میتوان به راحتی بدست آورد :

$$5\tau = 5RC \rightarrow R = \frac{5\tau}{5C} = \frac{\text{زمان شارژ شدن}}{5C}$$

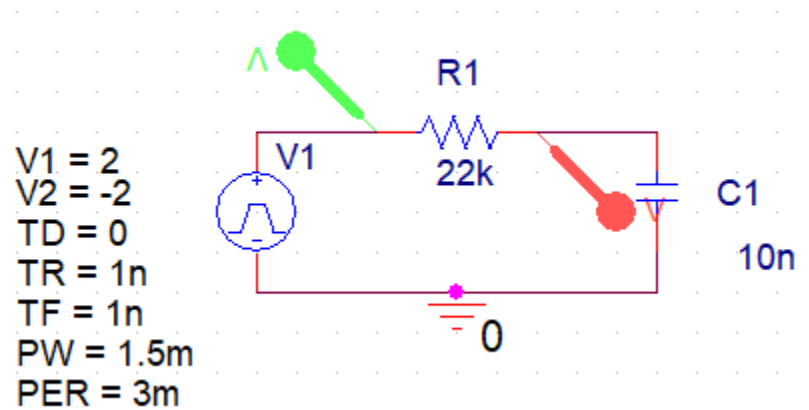


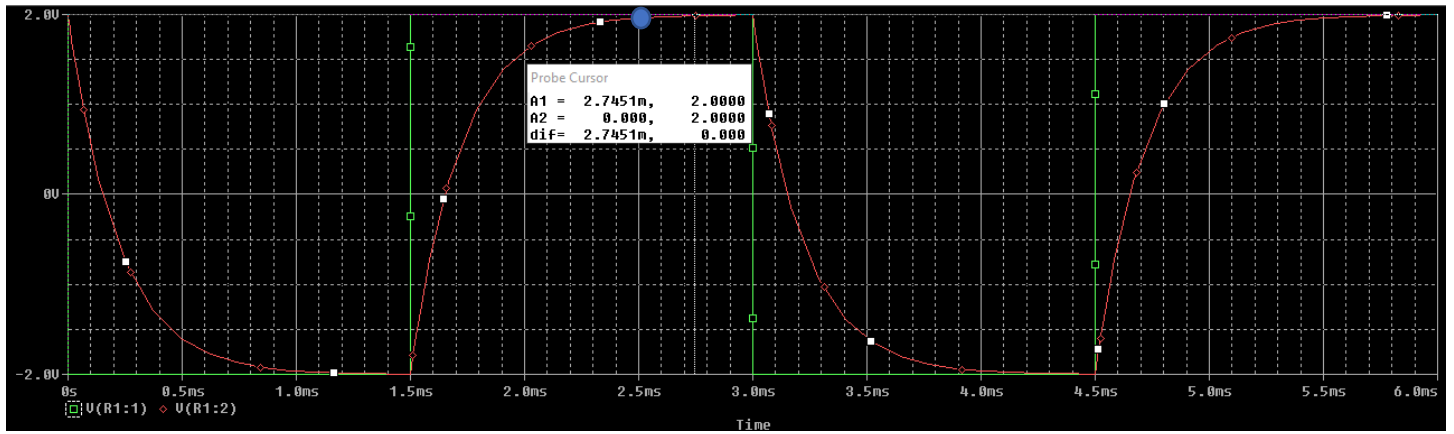
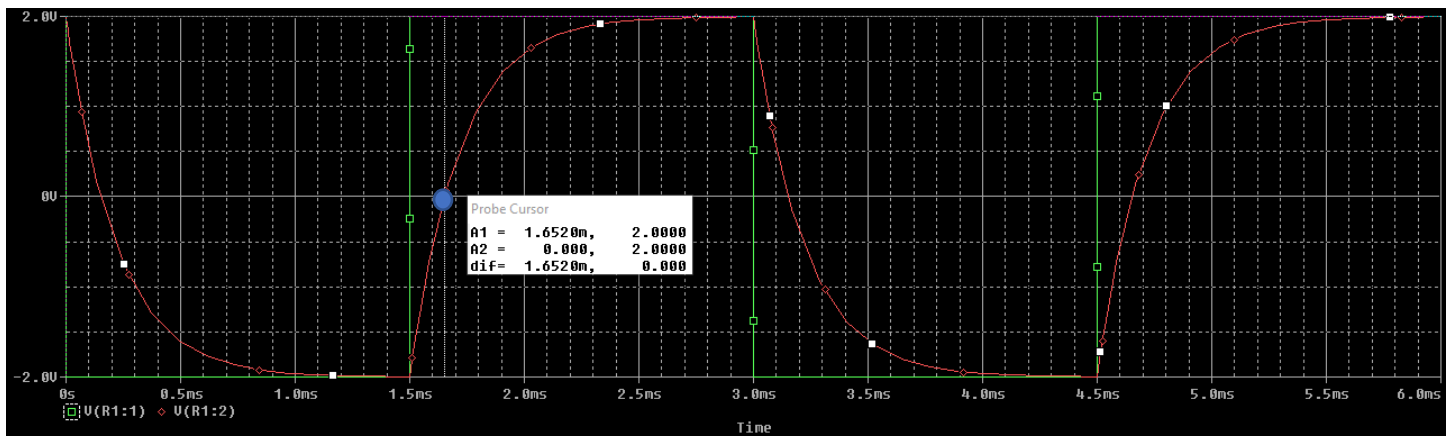


$$157.980 - 107.190 \approx 50\mu s$$

$$5\tau = 5RC \rightarrow R = \frac{5\tau}{5C} = \frac{\text{زمان شارژ شدن}}{5C} = \frac{50\mu s}{5 * 10nF} = 1k\Omega$$

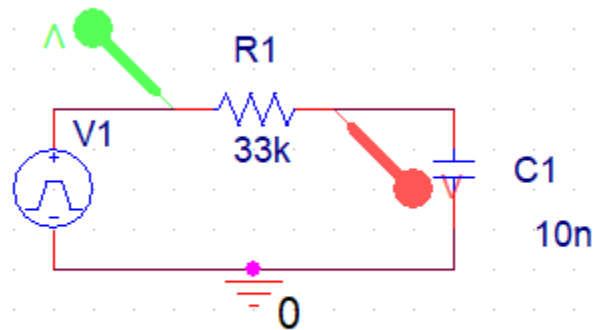
که مشاهده میشود به همان مقدار مقاومت دلخواه رسیدیم. همین کار را برای مقاومت های دیگر نیز انجام میدهیم.

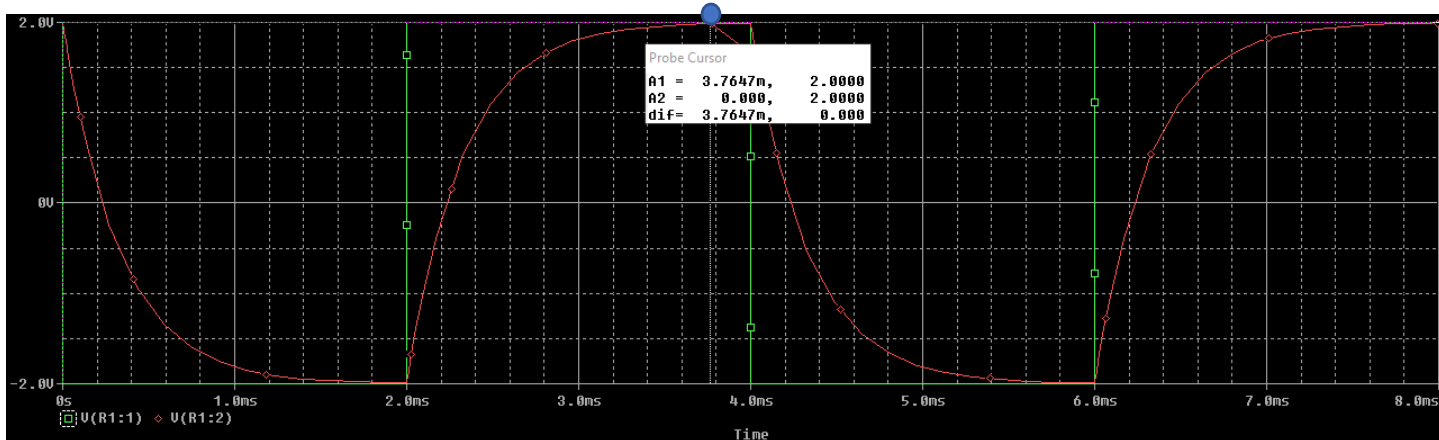
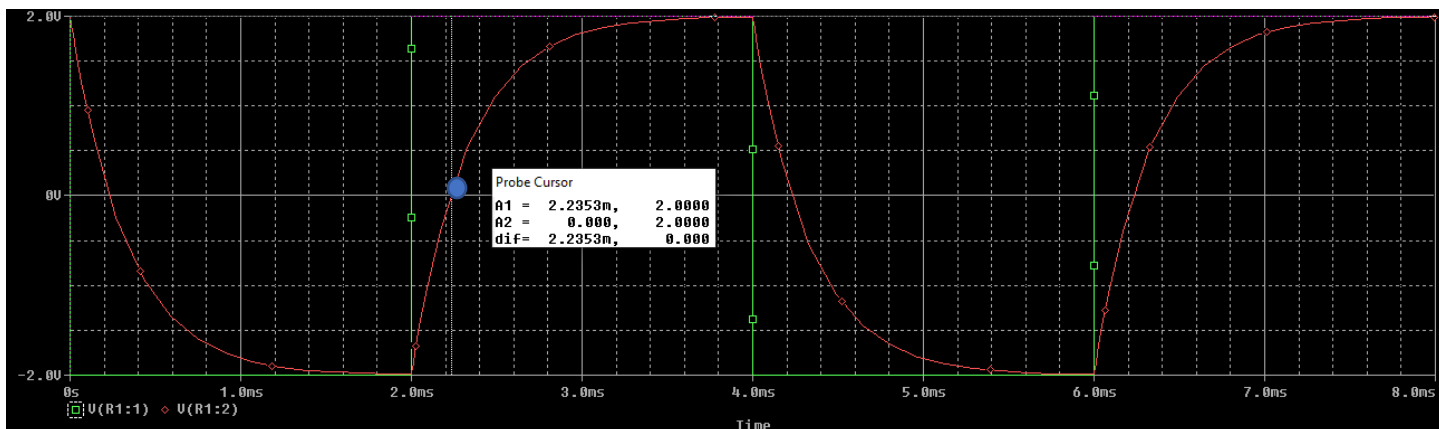




$$5\tau = 5RC \rightarrow R = \frac{5\tau}{5C} = \frac{\text{زمان شارژ شدن}}{5C} = \frac{1.093ms}{5 * 10nF} = 21.8k\Omega \approx 22k\Omega$$

V1 = 2
 V2 = -2
 TD = 0
 TR = 1n
 TF = 1n
 PW = 2m
 PER = 4m

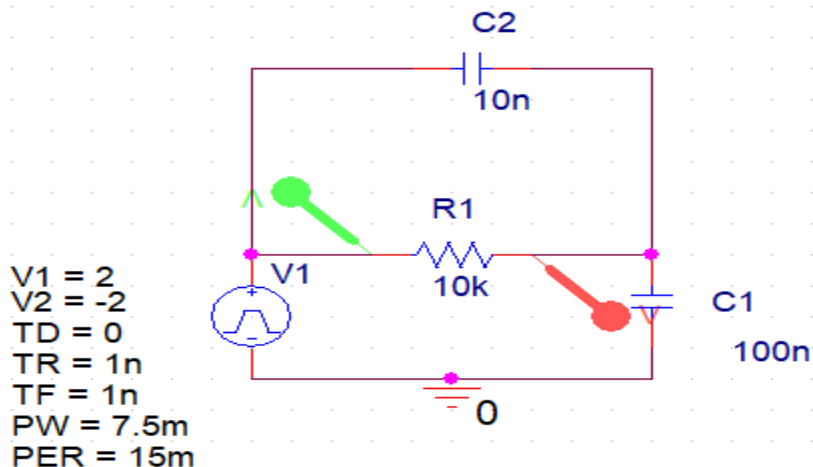


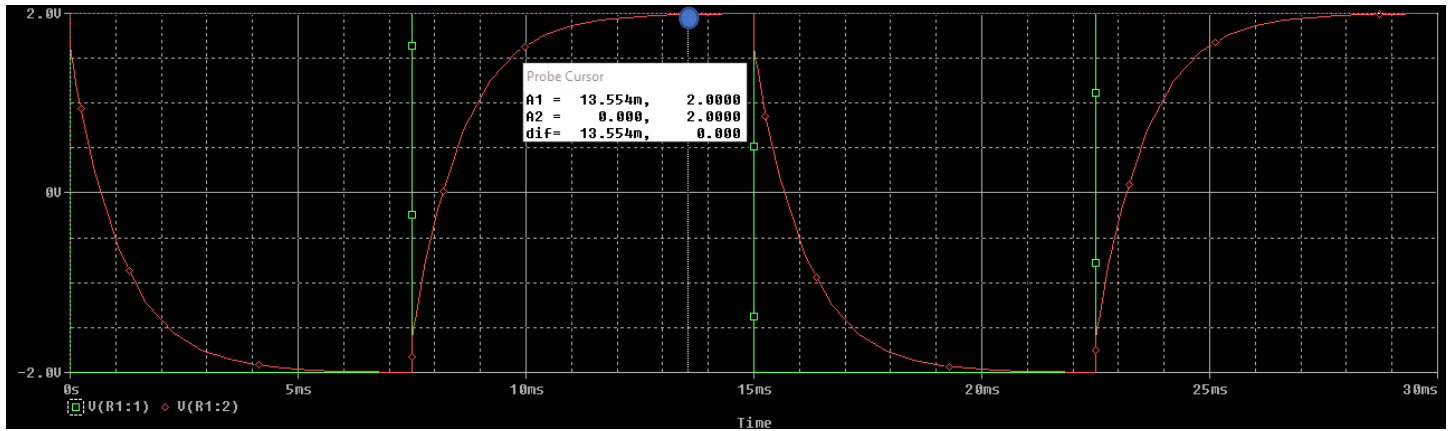
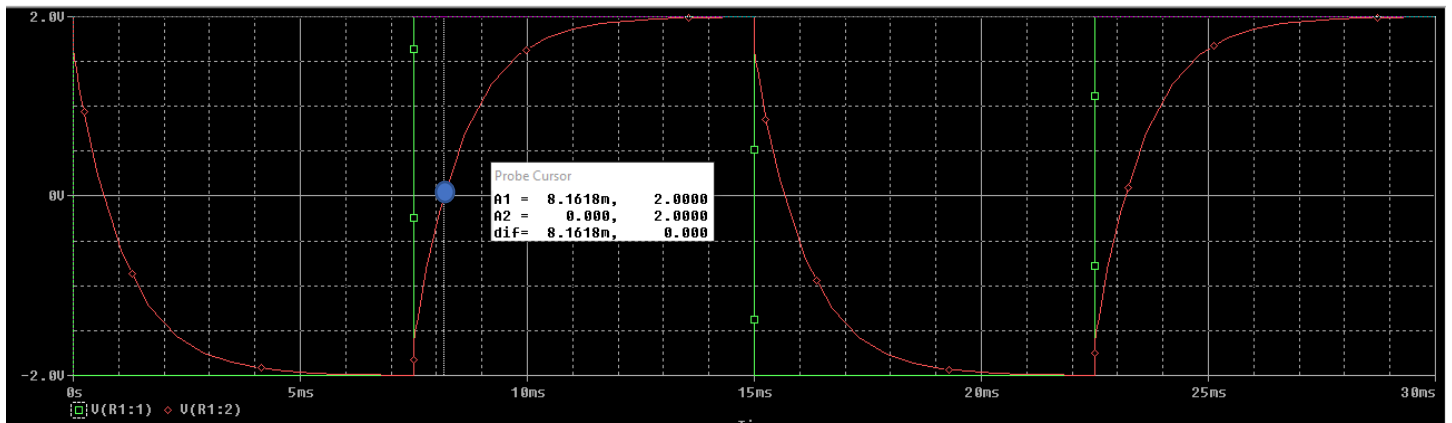


$$5\tau = 5RC \rightarrow R = \frac{5\tau}{5C} = \frac{\text{زمان شارژ شدن}}{5C} = \frac{1.5294ms}{5 * 10nF} = 30.588k\Omega \approx 33k\Omega$$

۳- حال یک خازن $C=10nF$ دیگر را به طور موازی با مقاومت R (در مرحله ۱) قرار داده و پاسخ مدار را مشاهده کنید.

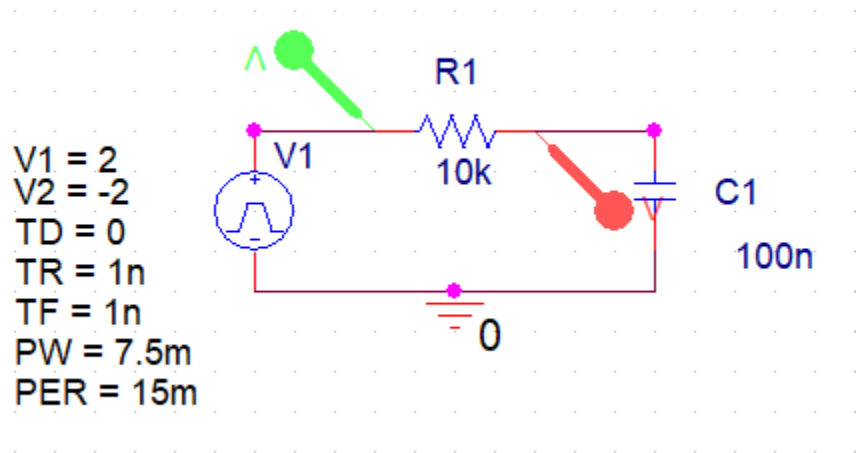
اگر این خازن باعث شود که مقدار معادل خازن کم شود باعث میشود که ثابت زمانی ما کم شود و عکس آن. در حالت ثانویه :

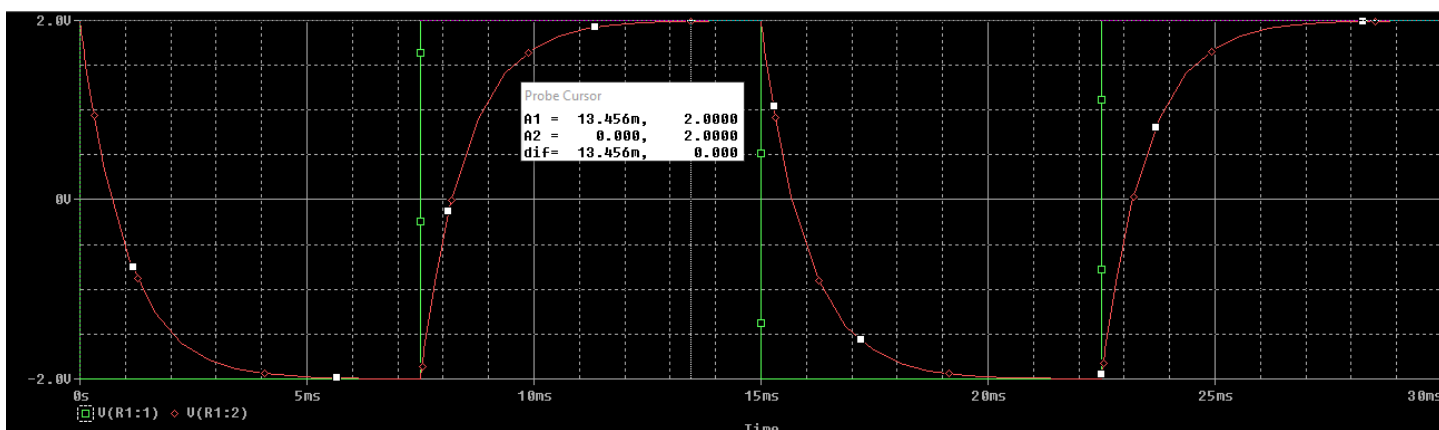
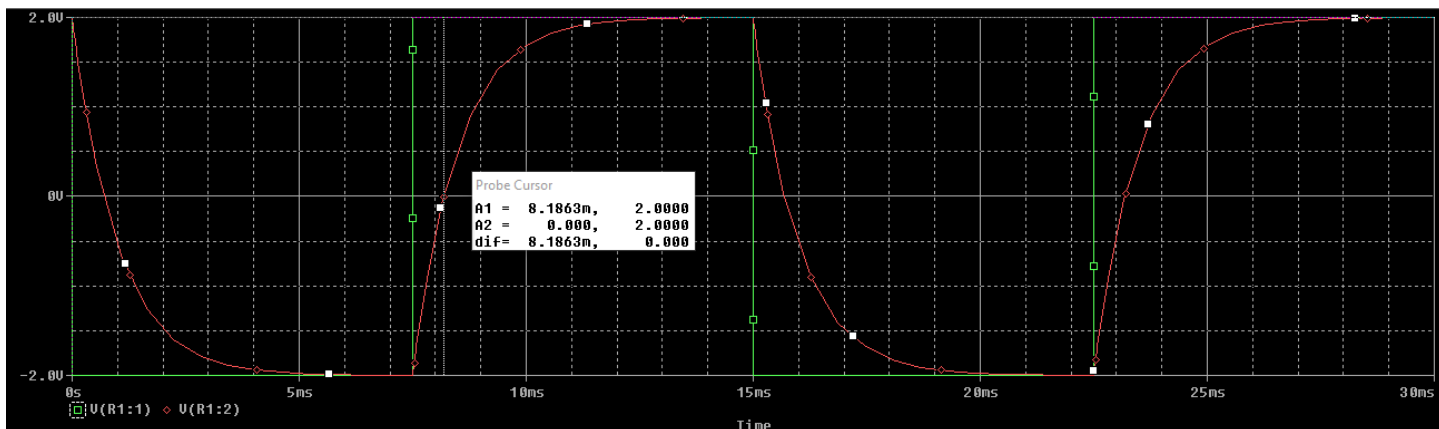




$$5\tau = 13.55ms - 8.1618ms = 5.3882ms \rightarrow \tau = 1.07764s$$

در حالت اولیه :

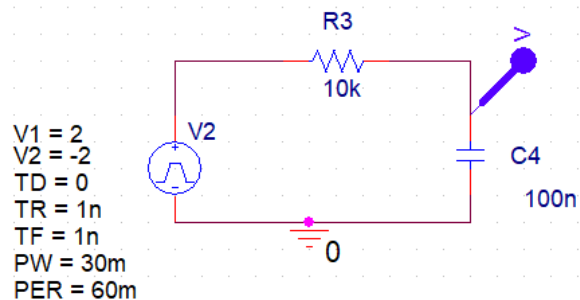
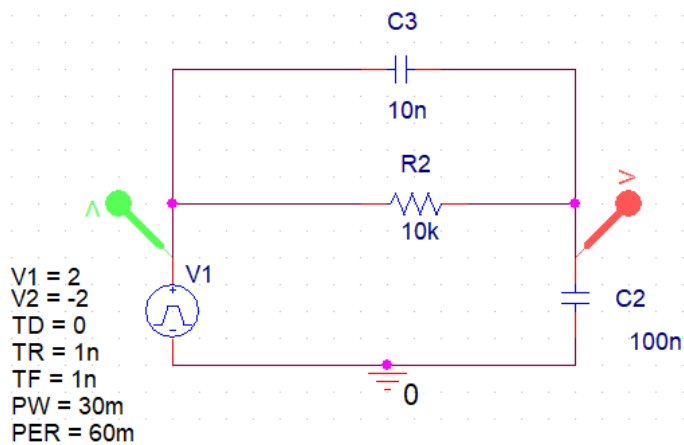




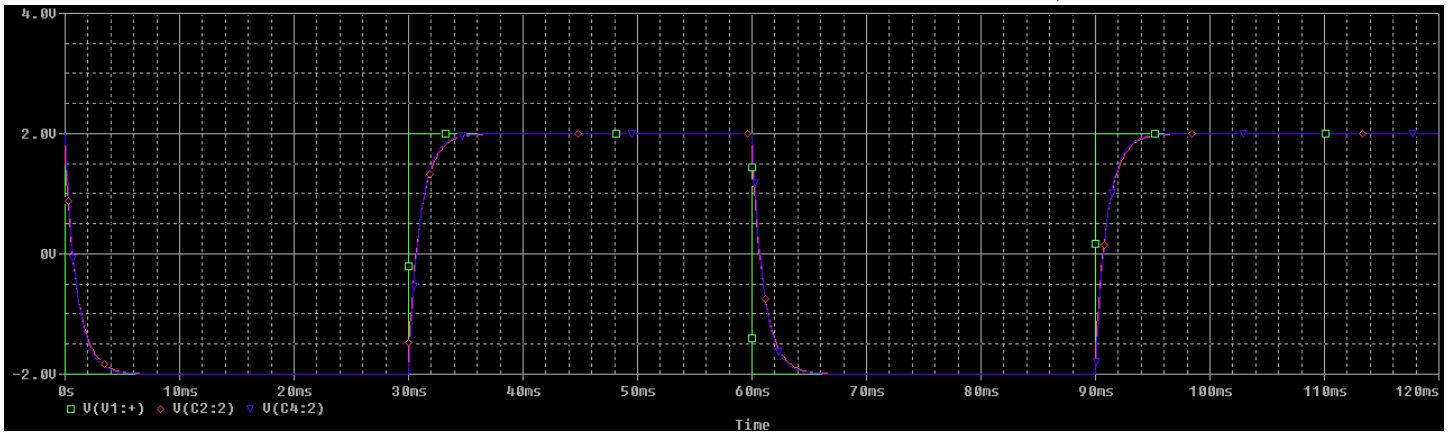
$$5\tau = 13.456ms - 8.1863ms = 5.2697ms \rightarrow \tau = 1.05394s$$

با افزودن خازن به صورت موازی مقدار ثابت زمانی افزایش یافت.

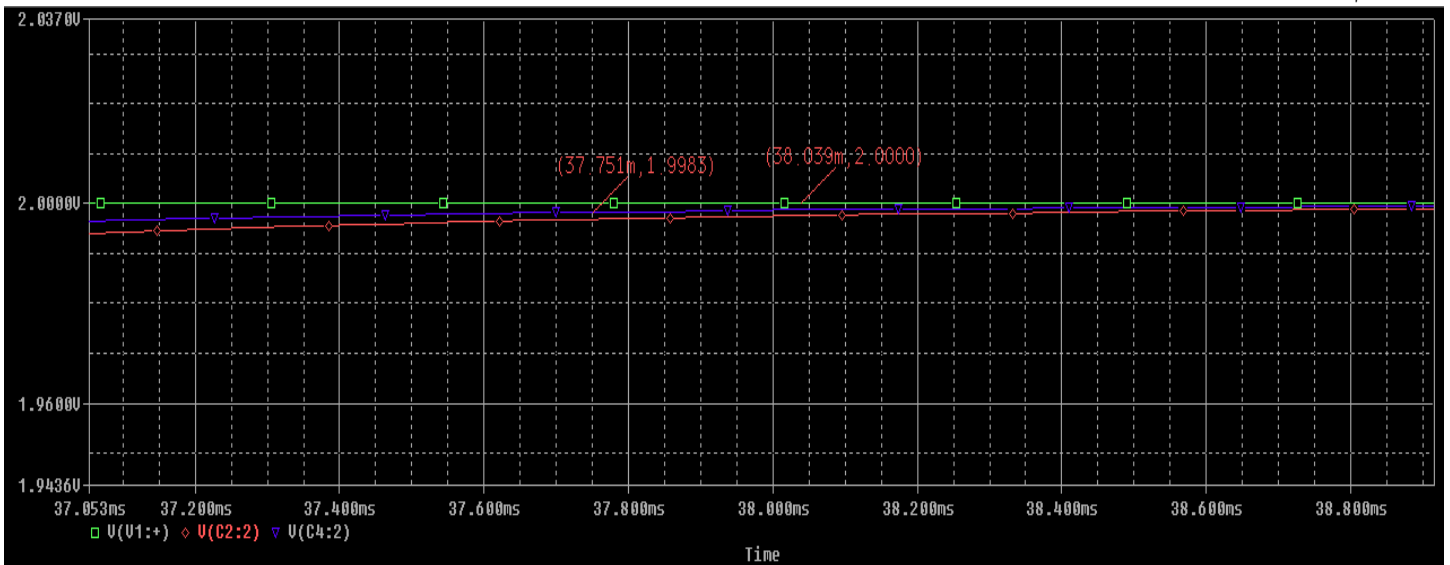
برای آنکه این اختلاف و افزایش ثابت زمانی در حالت ثانویه (2 خازن) نسبت به حالت اولیه (1 خازن) معلوم شود هر دو نمودار را با هم و در کنار هم پیاده میکنیم.



حال نمودار را نمایش میدهیم.



این تصویر به وضوح نمیتواند نشان دهد که کدام یک از دو مدار زودتر به حالت پایدار شارژ رسیده پس زوم میکنیم



مشاهده میشود که مداری که آبی رنگ هست زودتر از قرمز رنگ به حالت شارژ تقریباً کامل میرسد. پس ثابت زمانی ما در حالت دوم افزایش می یابد (قرمز رنگ)

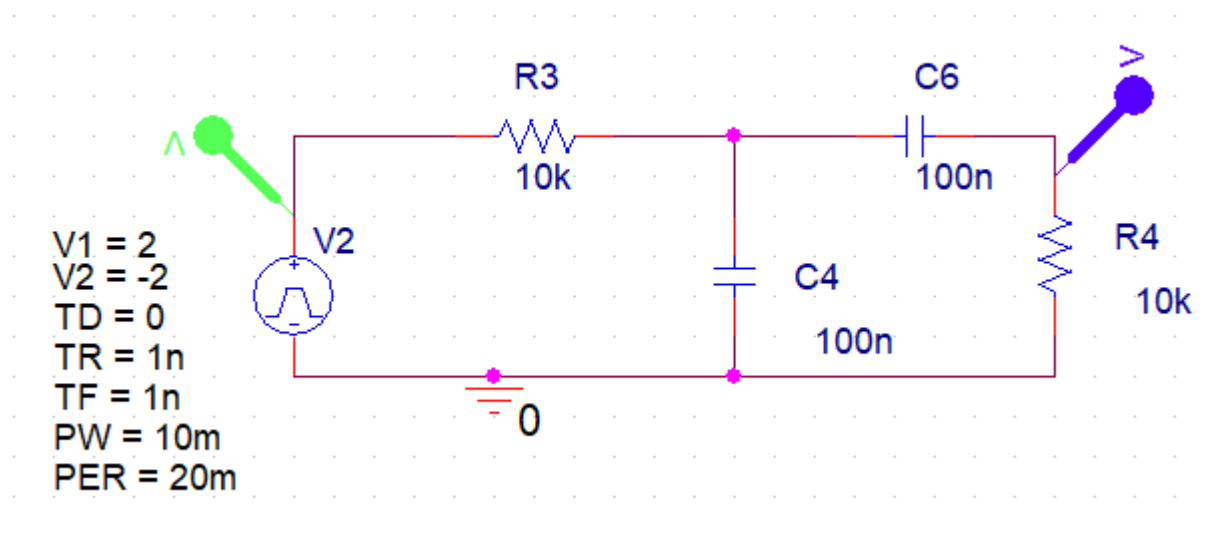
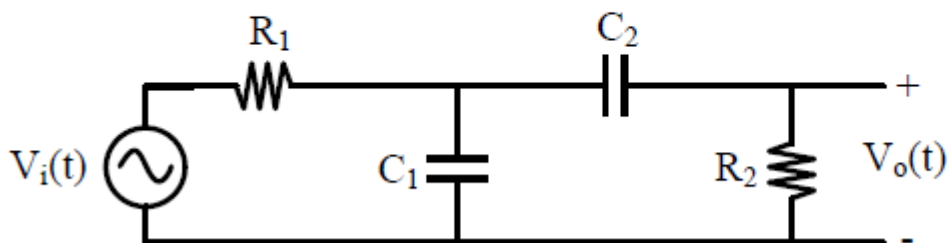
و اختلاف زمان شارژ را هم داریم:

$$38.039ms - 37.751ms = 0.288 ms$$

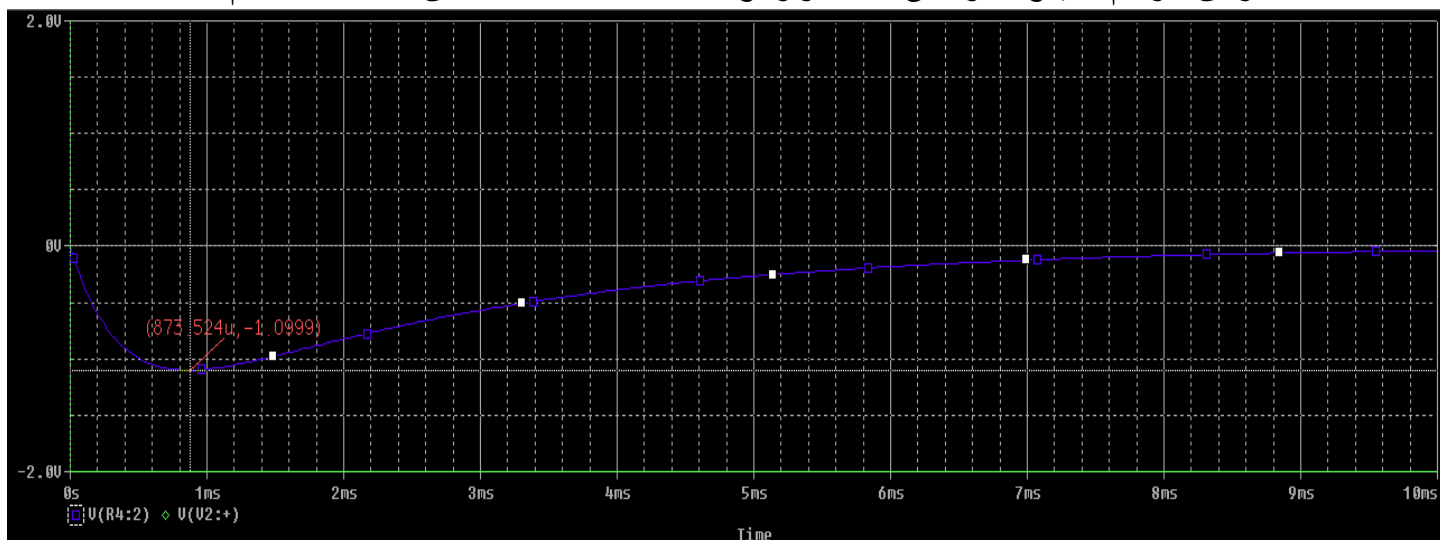
علت این افزایش مقدار زمان شارژ هم این است که مقدار خازن *equal* در حالتی که دو خازن داریم نسبت به حالتی که فقط یک خازن داریم افزایش می یابد و چون مقدار ثابت زمانی رابطه مستقیم با مقدار ظرفیت خازن *equal* نهایی دارد پس زمان شارژ افزایش می یابد.

۱- مدار شکل ۶ را با $R=10k\Omega$ و $C=100nF$ بسته و یک ولتاژ پله‌ای با دامنه ۲ ولت ماکزیمم به مدار اعمال کنید. (از موج مربعی با فرکانس حدود ۵۰ هرتز به عنوان ولتاژ پله‌ای استفاده کنید). ورودی مدار را به کانال ۱ و خروجی را به کانال ۲ نوسان نگار متصل نمائید و از روی آن پاسخ مدار را مشاهده و رسم کنید و با مقادیر تئوری آن مقایسه کنید.

شکل ۶ مدار RC میان گذر را نشان می‌دهد.



ابتدا مدار را طراحی کردیم و چون فرکانس ۵۰ هرتز بود مقدار دوره را ۲۰ میلی ثانیه گذاشتیم.



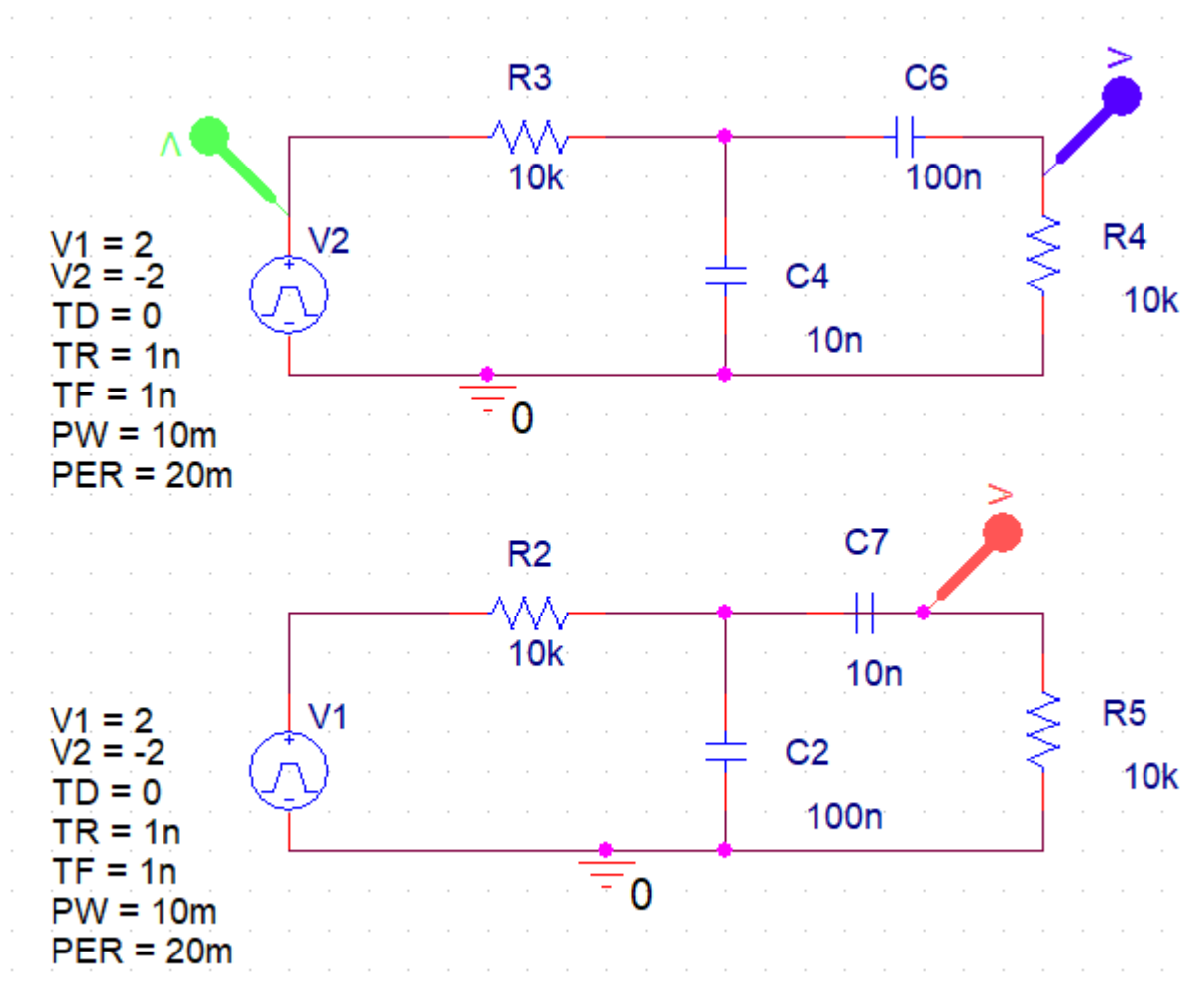
در زمان $873.524\mu s$ مقدار ولتاژ به 1.0999 ولت رسیده که باید با مقداری که در فرمول به دست می آید مقایسه کنیم تا درستی فرمول را نتیجه بگیریم :

$$t = 0.86RC = 8.6 * 10^{-4} = 860\mu s , \quad V_{max} = 0.275v = 0.275 * 4 = 1.1V$$

با تقریب خوبی مقادیر داده شده مطابقت داشت.

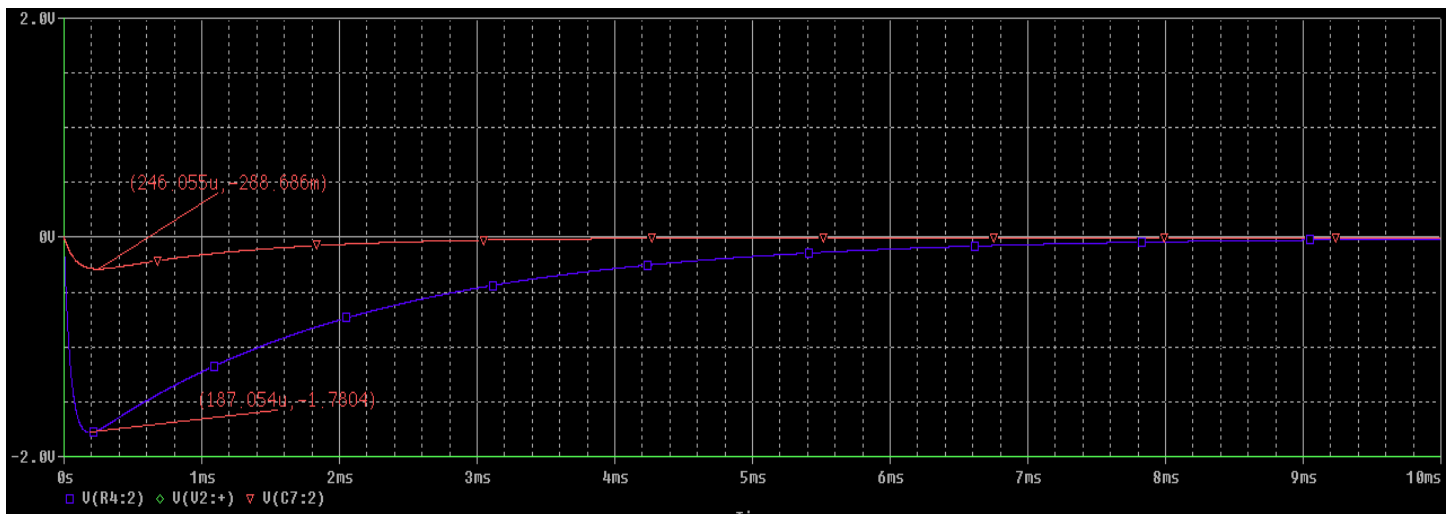
۲- مدار شکل ۶ را با $C_1 = 10nF$ و $C_2 = 100nF$ تکرار نمائید و شکل ولتاژ خروجی را رسم کنید.

۳- مدار شکل ۶ را با $C_1 = 100nF$ و $C_2 = 10nF$ تکرار نمائید و شکل ولتاژ خروجی را رسم کنید.



برای مقایسه بهتر دو نمودار را در کنار هم قرار می‌دهیم:

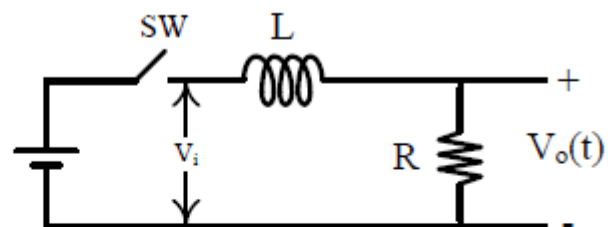
مشاهده میشود که مقدار زمان شارژ در حالتی که خازن $C1$ برابر $10n$ باشد (قرمز رنگ) برابر 246.055 میکروثانیه میباشد که در مقایسه با این زمان در حالتی دیگر که $C2$ برابر $10n$ است (آبی رنگ) یعنی 187.054 میکروثانیه مقدار بیشتری است. (یعنی در حالت دوم زمان کاهش یافته است)



همچنین مقدار آستانه ولتاژ هم موقع شارژ در حالت اول (0.288686v) کمتر از حالت دوم (1.7804v) است. اختلاف این ولتاژ بسیار زیاد است.

$$V_o = V_{c1} - V_{c2}$$

مدار شکل ۸ را با $L = 18mH$ و با دو مقاومت $1k\Omega$ و $1.5k\Omega$ بجای R بسته و با اعمال ولتاژ پله‌ای با دامنه ۲ ولت ماکزیمم به مدار، پاسخ مدار را رسم کنید (از موج مربعی با فرکانس حدود $6kHz$ به عنوان ولتاژ پله‌ای استفاده کنید). ثابت زمانی مدار را از روی شکل ولتاژ خروجی بدست آورده و با مقدار تئوری آن مقایسه کنید.



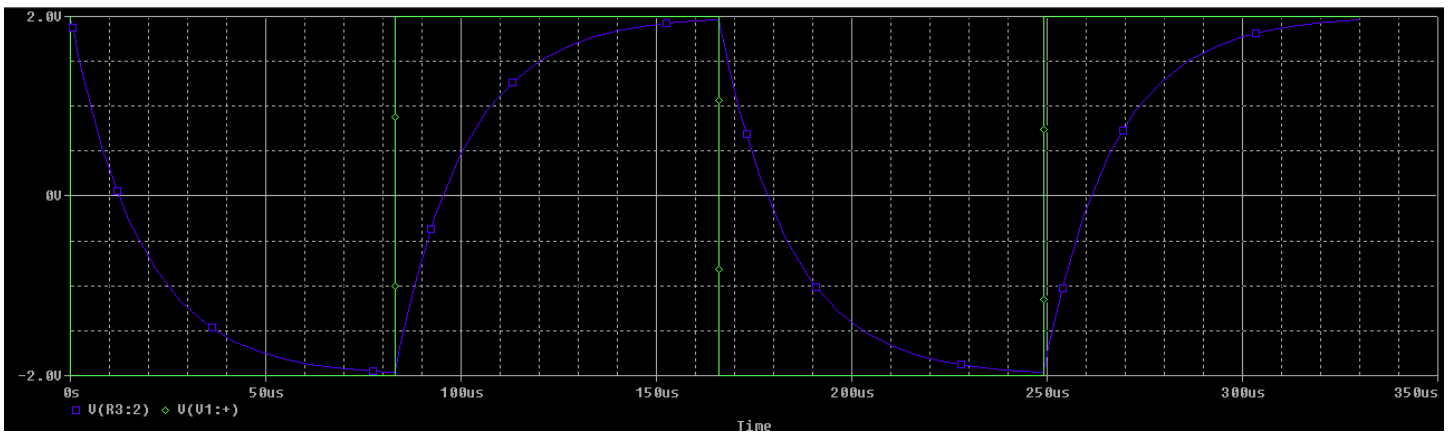
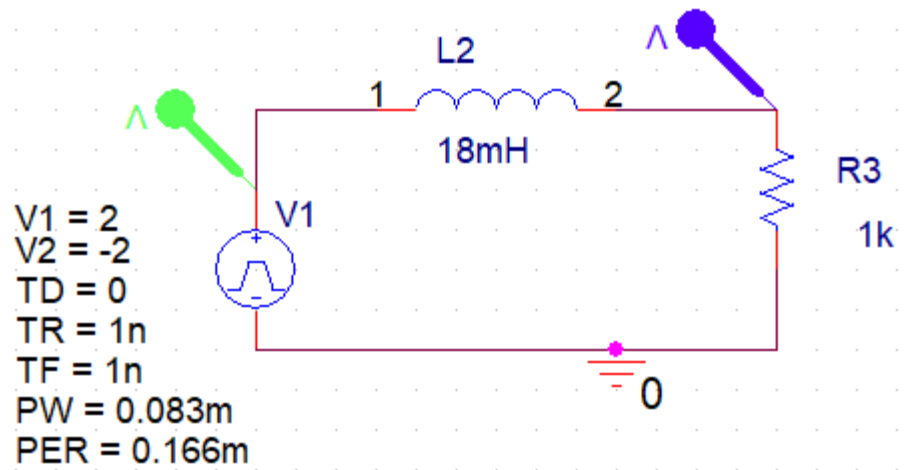
شکل ۸

$$V_o(t) = V(1 - e^{-t/\tau})$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

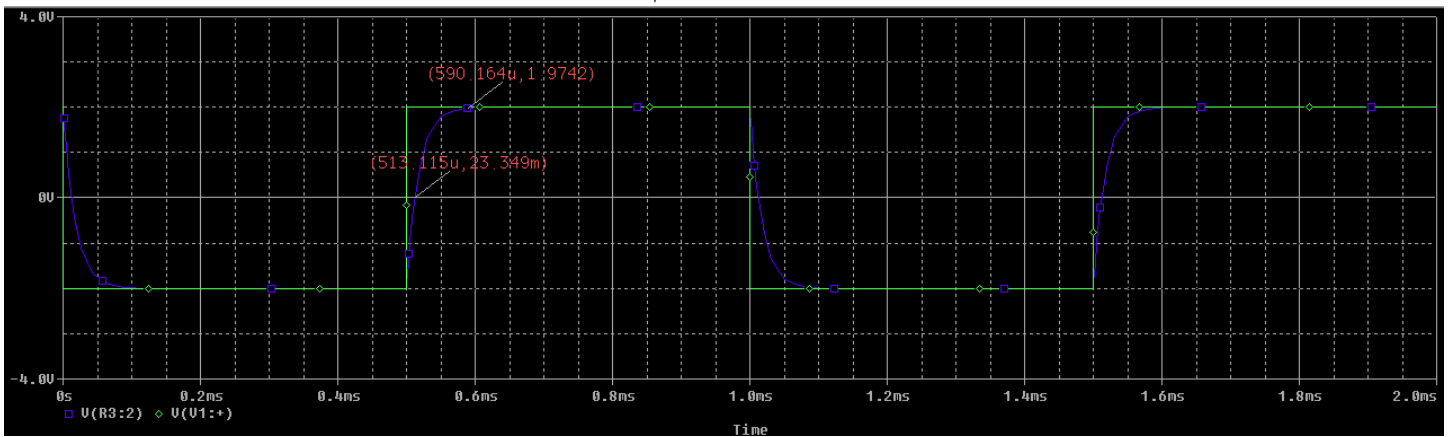
$$5\tau(\text{if } r = 1) = 5 * 18 * 10^{-3} * 10^{-3} = 90\mu s = 0.09ms$$

$$5\tau(\text{if } r = 1.5) = 5 * 18 * 10^{-3} * 0.66 * 10^{-3} = 60\mu s$$

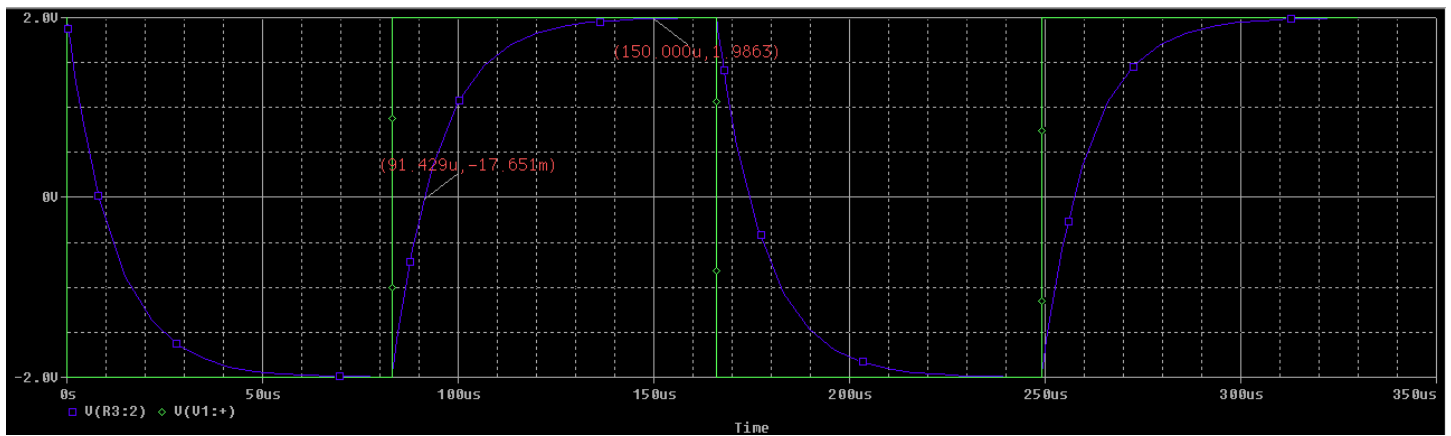
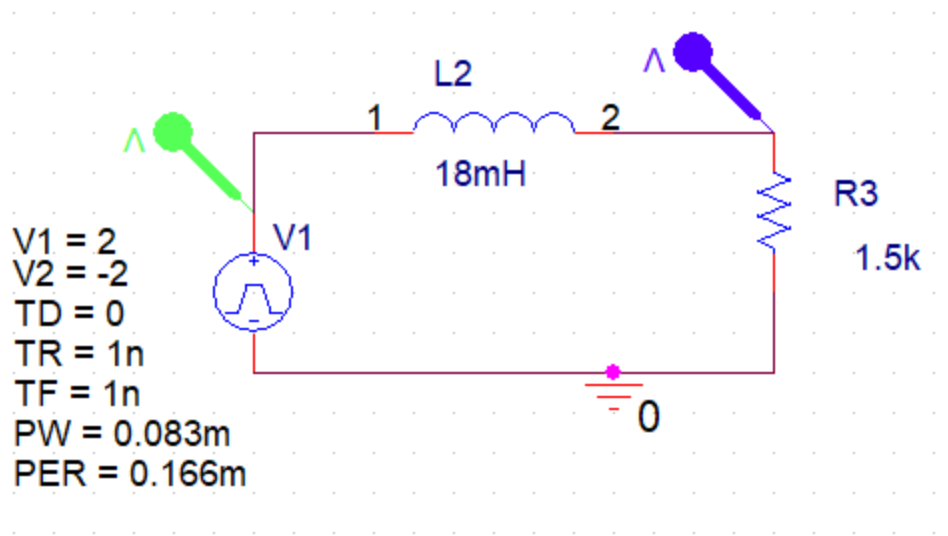


$$\tau = 1.045ms - 0.95ms = 0.095ms \approx 0.09ms$$

برای آنکه بهتر بتوان تشخیص داد از دوره تناوب $1ms$ کنیم.



$$\tau = 0.590ms - 0.513ms = 0.077ms \approx 0.09ms$$



$$\tau = 150\mu s - 91.429\mu s = 58.571\mu s \approx 60\mu s$$