

1- تقویت کننده ی معکوس کننده:

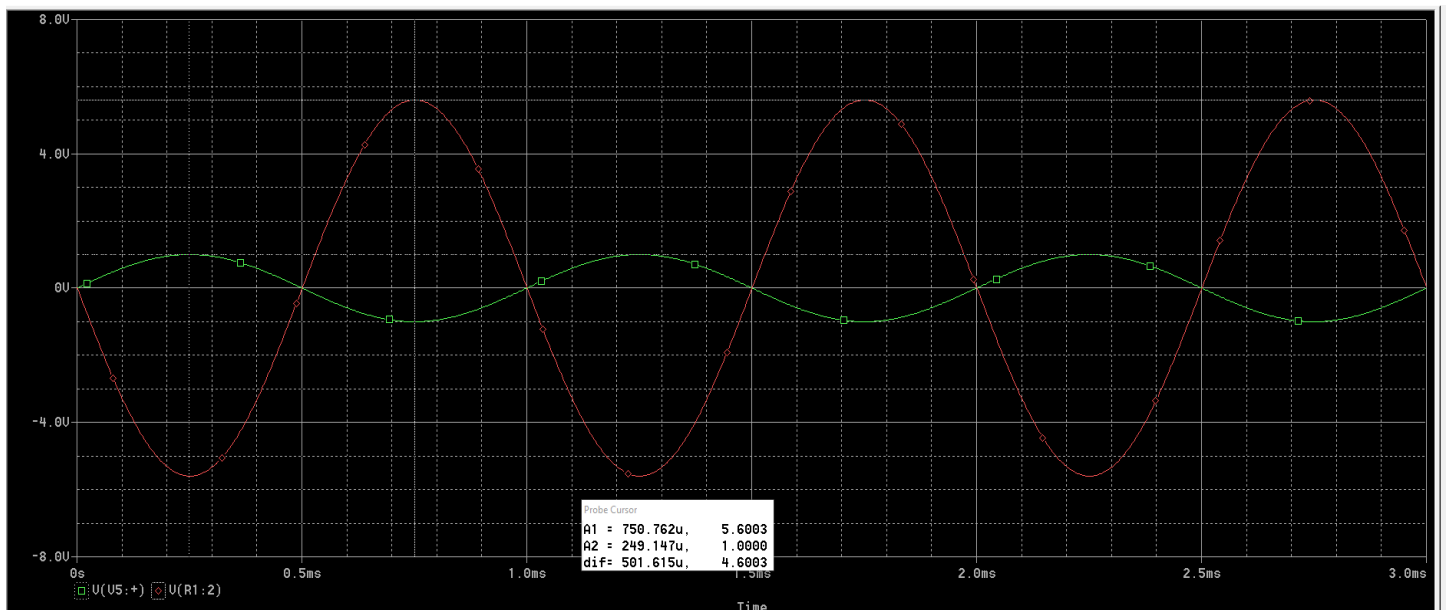
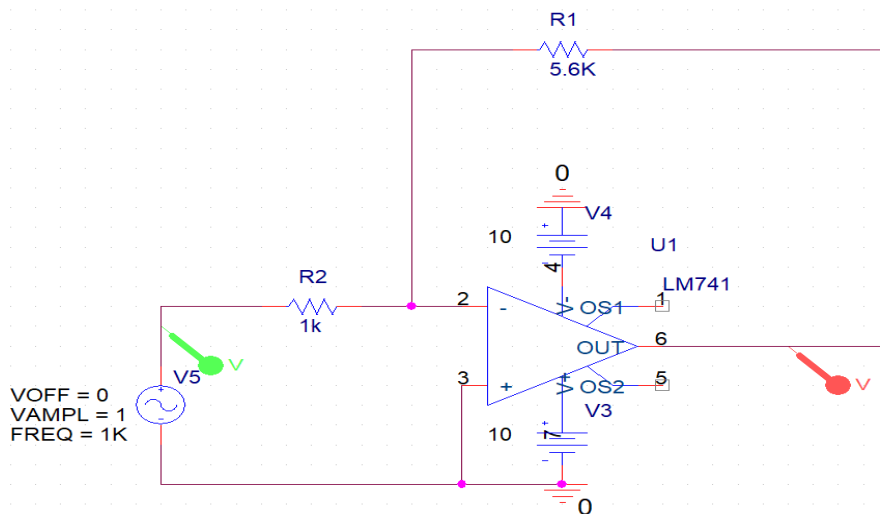
در ابتدا با توجه به اینکه ولتاژ سر مثبت آپ-امپ صفر میباشد و اینکه اختلاف ولتاژ دو سر ورودی نیز صفر است؛ ولتاژ سر منفی آپ-امپ نیز صفر میباشد. حال که ولتاژ سر منفی را داریم جریان گذرنده از آن شاخه را بدست می آوریم.

$$I = (V_{in} - 0)/R_2 = V_{in}/1K$$

حال طبق با توجه به اینکه به سرهای ورودی آپ-امپ جریان وارد نمیشود، طبق رابطه ی پایین داریم:

$$(0 - V_{out})/5.6K = I = V_{in}/1K \rightarrow V_{out}/V_{in} = A_v = -5.6$$

انتظار داریم که ولتاژ خروجی به اندازه ی 5.6 ولتاژ ورودی تقویت شود. و همچنین با توجه به علامت منفی ولتاژ خروجی عکس ولتاژ ورودی میباشد و به همین دلیل به آن تقویت کننده ی معکوس کننده میگوییم.



طبق نمودار بالا که در حالت time domain بوده، مشاهده میکنیم که ولتاژ خروجی 5.6 برابر معکوس ولتاژ ورودی میباشد.

2- تقویت کننده ی غیر معکوس کننده:

در این مدار ولتاژ ورودی را به قسمت مثبت آپ-امپ آورده ایم. و با توجه به اینکه ولتاژ دو سر ورودی آپ-امپ برابر می باشد؛ ولتاژ سر منفی آپ-امپ برابر با ولتاژ ورودی می باشد.

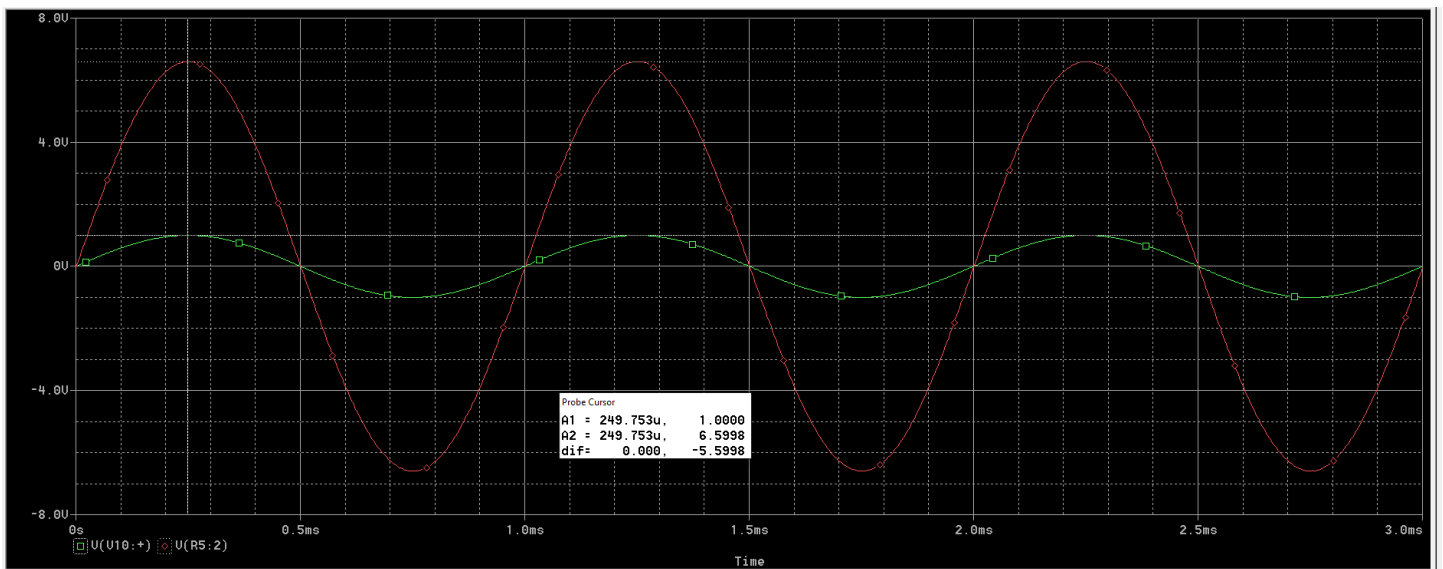
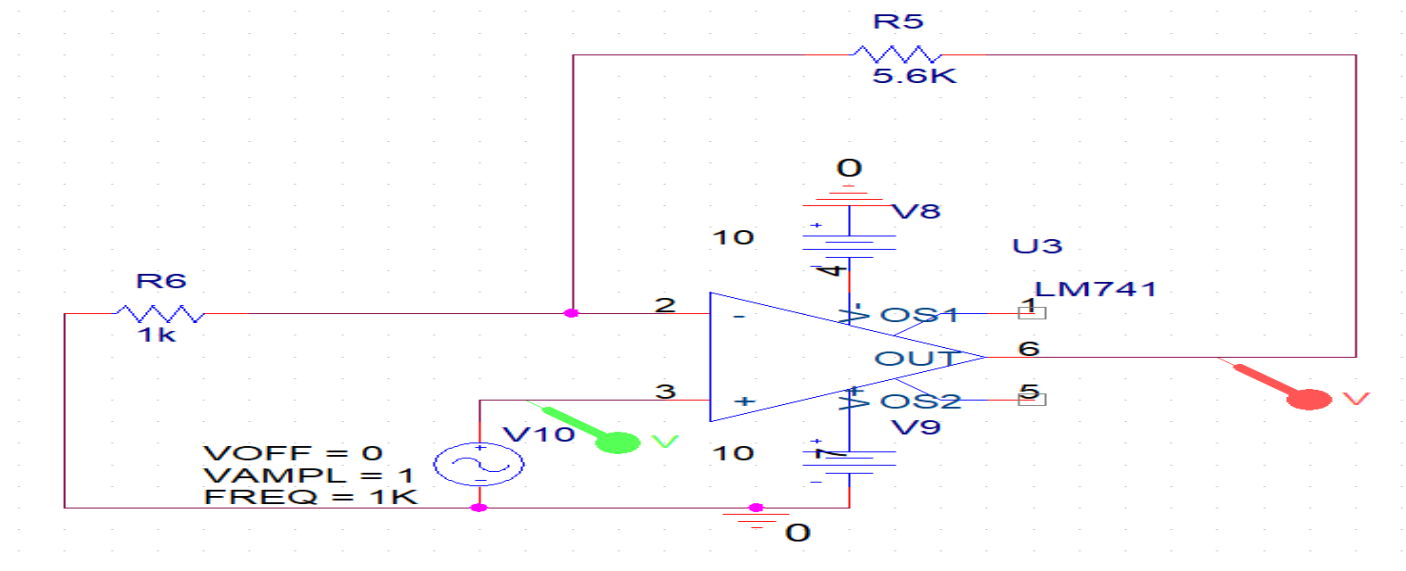
حال برای جریان گذرنده از شاخه ی بالایی ورودی داریم:

$$I = (0 - V_{in})/R_6 = -V_{in}/R_6 = -V_{in}/1K$$

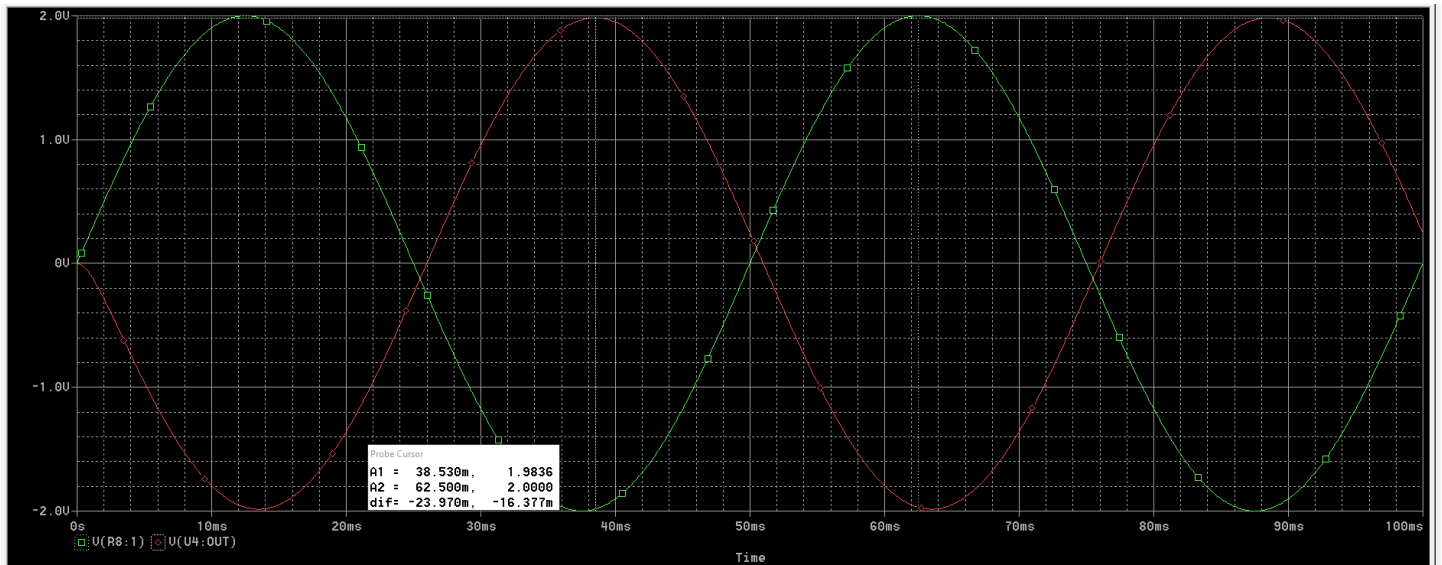
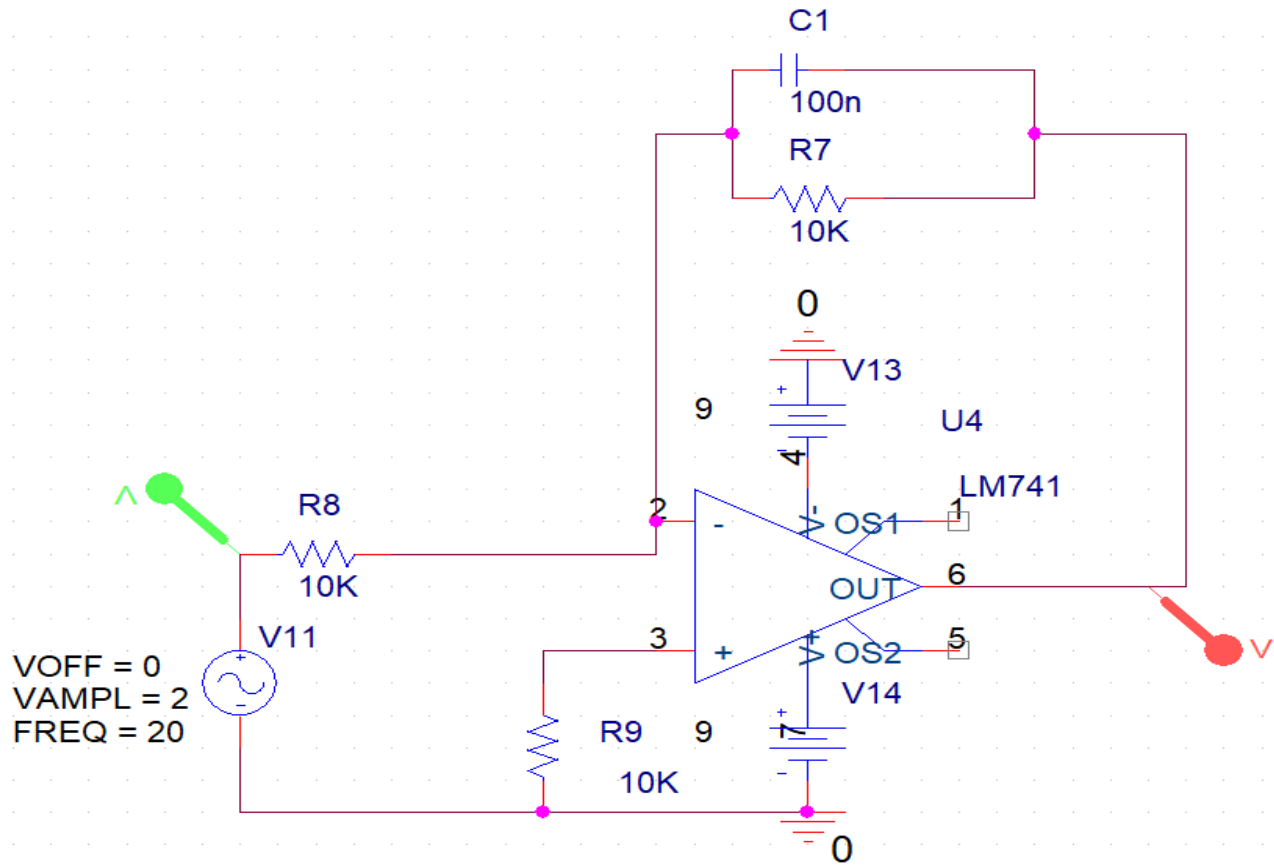
حال با توجه به اینکه جریانی وارد ورودی آپ امپ نمیشود داری:

$$(V_{in} - V_{out})/R_5 = (V_{in} - V_{out})/5.6K = I = -V_{in}/1K \rightarrow V_{out}/V_{in} = A_v = 6.6$$

مشاهده میکنیم که مقدار بهره برابر با 6.6 میباشد. در اینجا ولتاژ خروجی معکوس نشده است.



همانطور که در اینجا مشاهده میکنیم نسبت ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی تقریباً برابر با 6.6 میباشد و این مطابق همان چیزی است که انتظار داشتیم.



اختلاف فاز برابر است با مقدار فرکانس ضربدر اختلاف دو قله ی ولتاژ ورودی و خروجی ضربدر 360

در اینجا که فرکانس برابر با 20 هرتز است برای اختلاف فاز یا فی داریم:

$$F_i = (62.5 - 38.53)m * 20Hz * 360 = 172.584 \text{ degree}$$

$$V_o = 2V$$

مشاهده میکنیم که به ازای فرکانس 20 هرتز مقدار فی برابر با 172.584 درجه میباشد

حال با توجه به فرمولی که گفته شد به ازای فرکانس های مختلف از منبع سینوسی، مقادیر فی را بدست می آوریم. و همچنین از روی نمودار و به وسیله ی کرسر مقدار ولتاژ خروجی را بدست می آوریم.

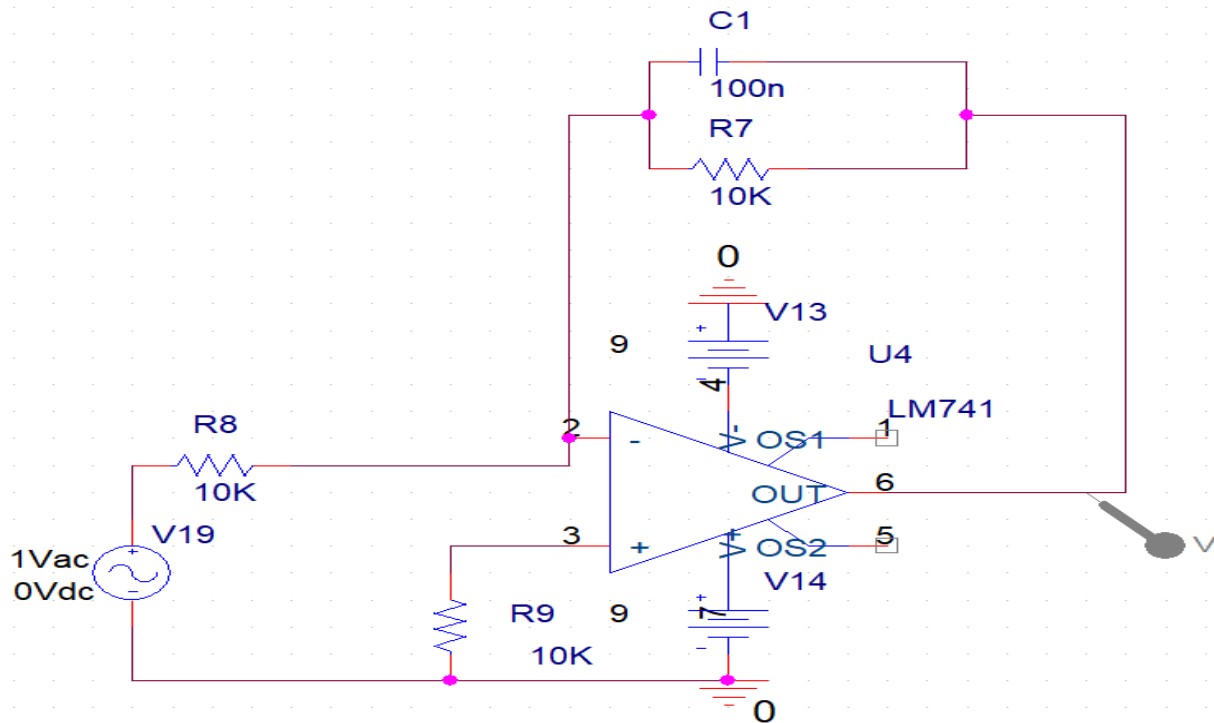
$$F_i = \text{freq} * \Delta t * 360$$

(توجه کنیم که برای بدست آوردن Δt کرسر اول در اسیلوسکوپ (X1) را بر روی قله ی خروجی قرار میدهیم و کرسر دوم در اسیلوسکوپ را بر روی اولین قله ی ورودی پس از X1 قرار میدهیم و مقدار Δt را اندازه میگیریم.)

F(Hz)	V_o	f_i	V_o/V_{in}
20	2	$20 * 23.97m * 360 = 172.584$	1
50	1.9	$50 * 9m * 360 = 162$.95
100	1.69	$100 * 4.1m * 360 = 147.6$.845
150	1.44	$150 * 2.55m * 360 = 137.7$.72
250	1.04	$250 * 1.36m * 360 = 122.5$.52
500	519m	$500 * 600u * 360 = 108$.2595
1000	196m	$1000 * 267u * 360 = 96.1$.098
3000	29.2m	$3000 * 84u * 360 = 90.7$.0146
10000	2.37m	$10000 * 24.7u * 360 = 88.9$.001185

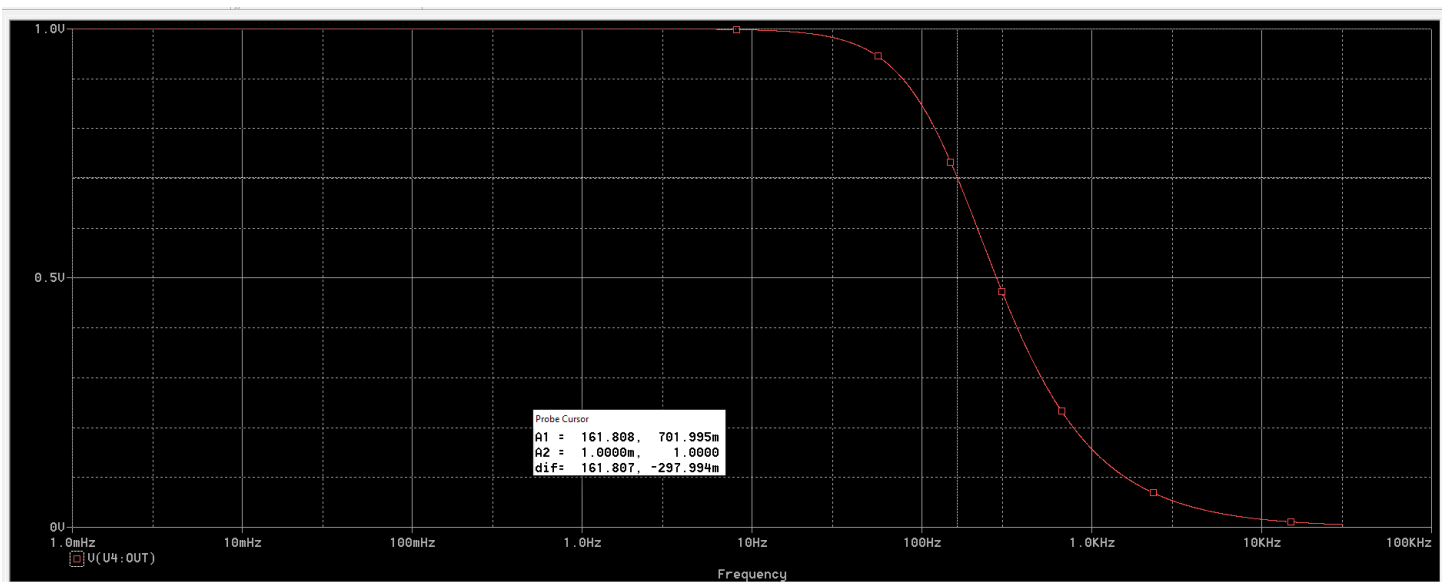
حال به جای منبع سینوسی یک منبع Ac در مدار قرار میدهیم و شبیه سازی را در حالت ac sweep به ازای فرکانس های مختلف امتحان میکنیم.

مدار با منبع ac :

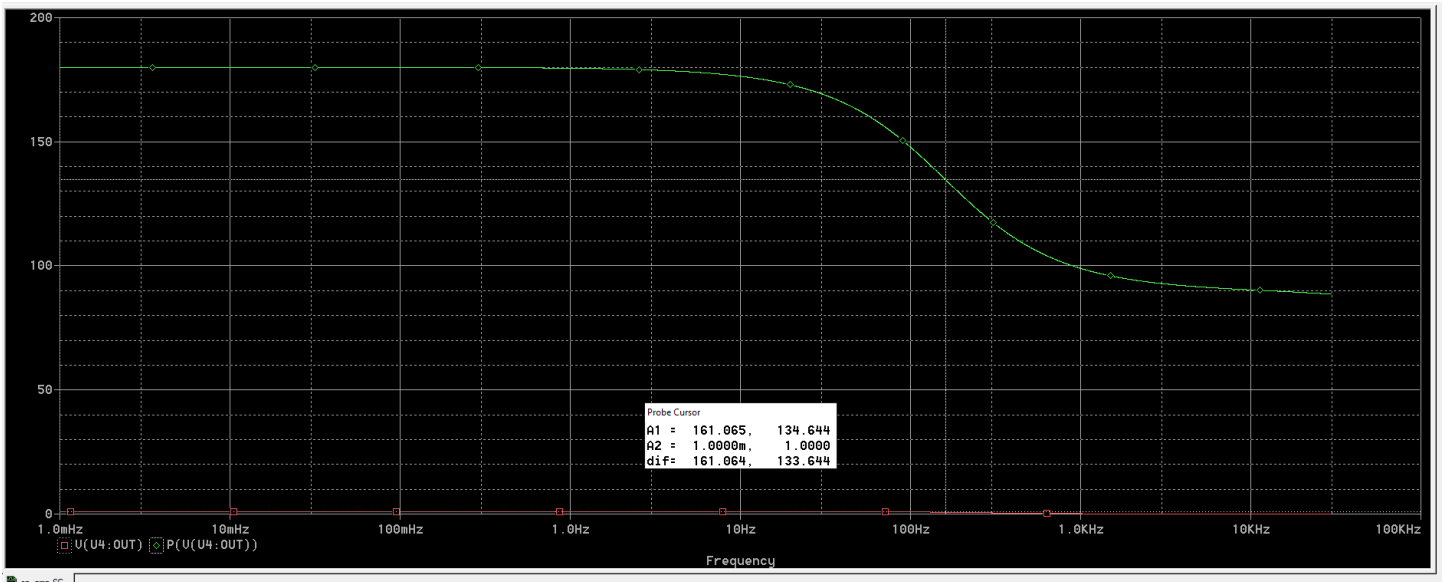


حال با توجه به اینکه فرکانس قطع در زمانی است که مقدار ولتاژ تقریباً برابر با 0.7 مقدار ماکزیمم ولتاژ (1ولت) میباشد و به کمک کرسر فرکانس قطع را بدست می آوریم.

به دست آوردن فرکانس قطع: تقریباً برابر با 161.8 هرتز



حال از مدار قبلی که منبع ac دارد، به وسیله ی Add trace نمودار اختلاف فاز بر حسب فرکانس را میبینیم. و مشاهده میشود در فرکانس قطع که تقریباً برابر با 161 هرتز میباشد مقدار فی برابر با 134 درجه میباشد. و این با جدول بالا نیز همخوانی دارد.

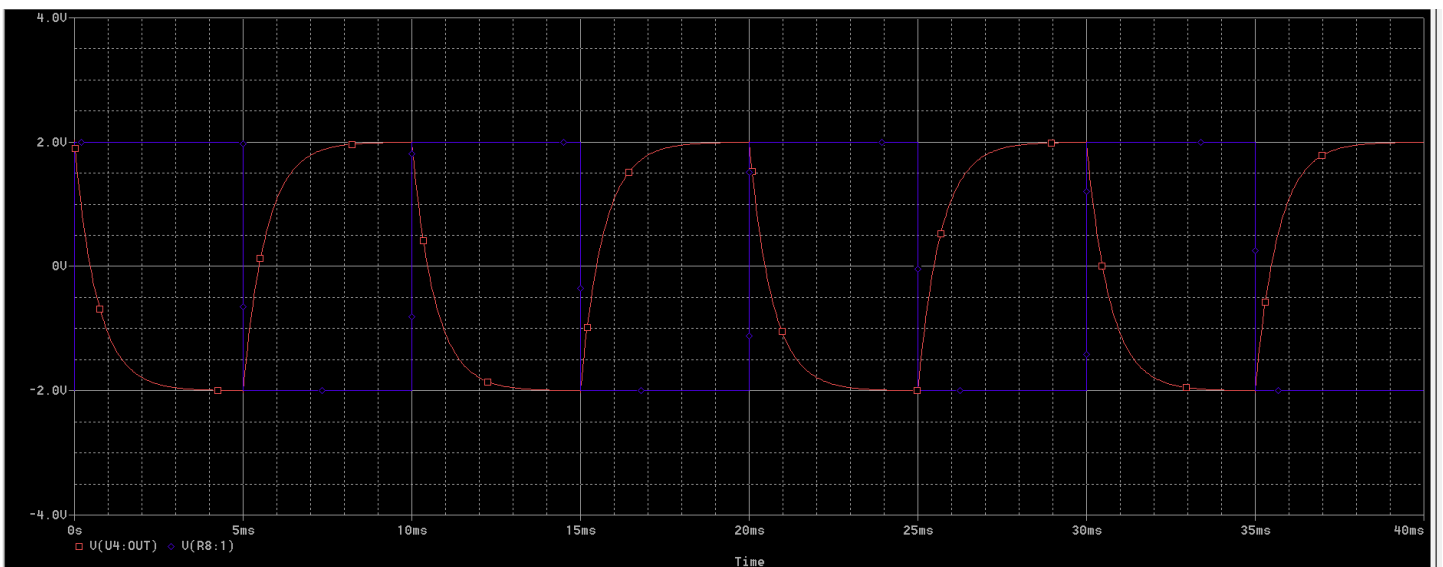
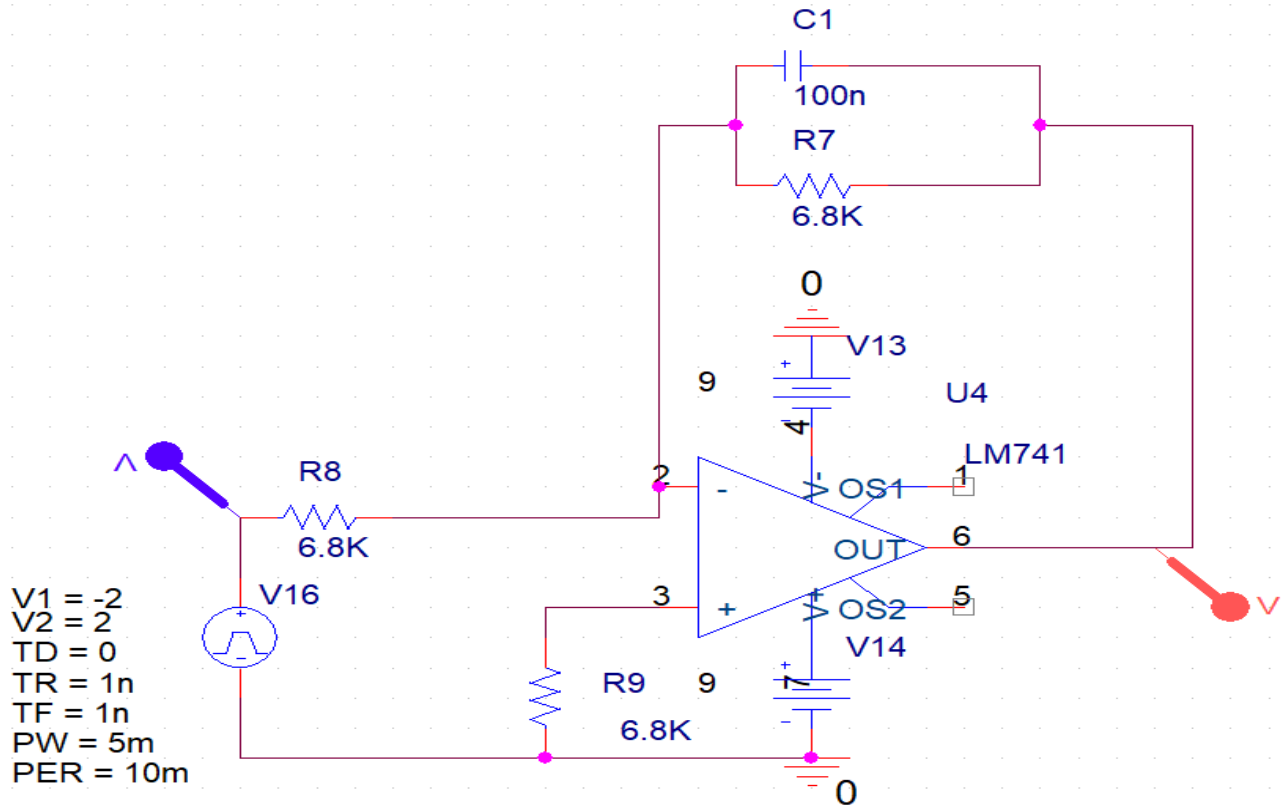


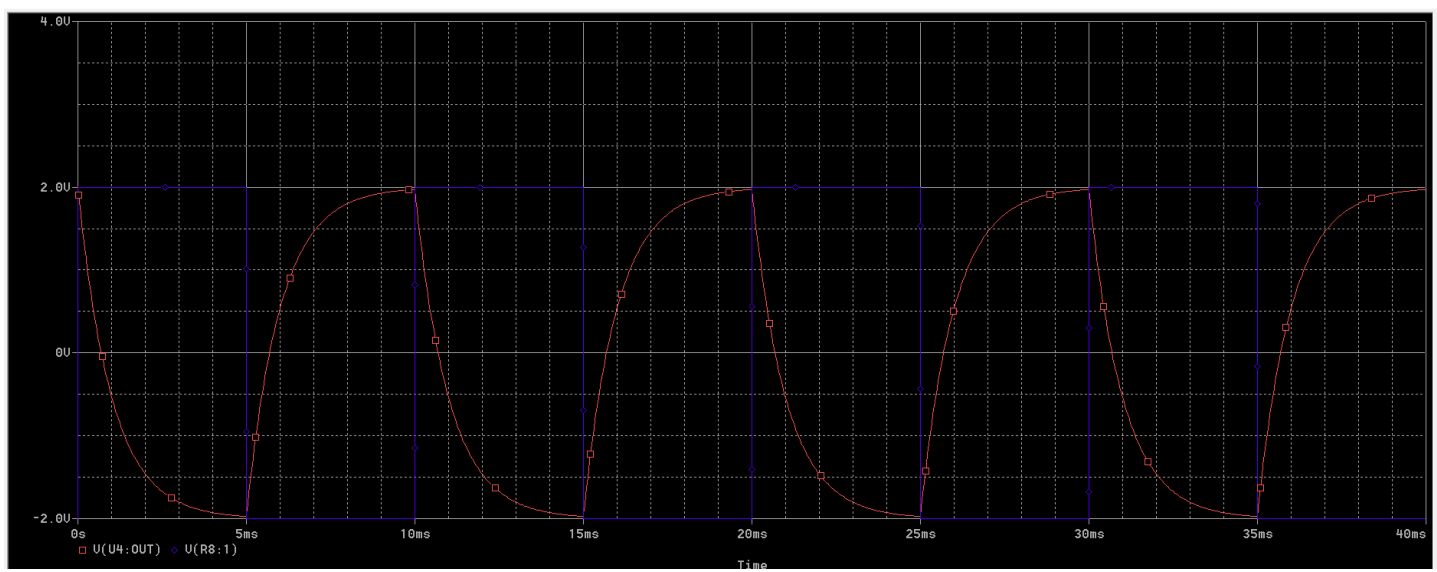
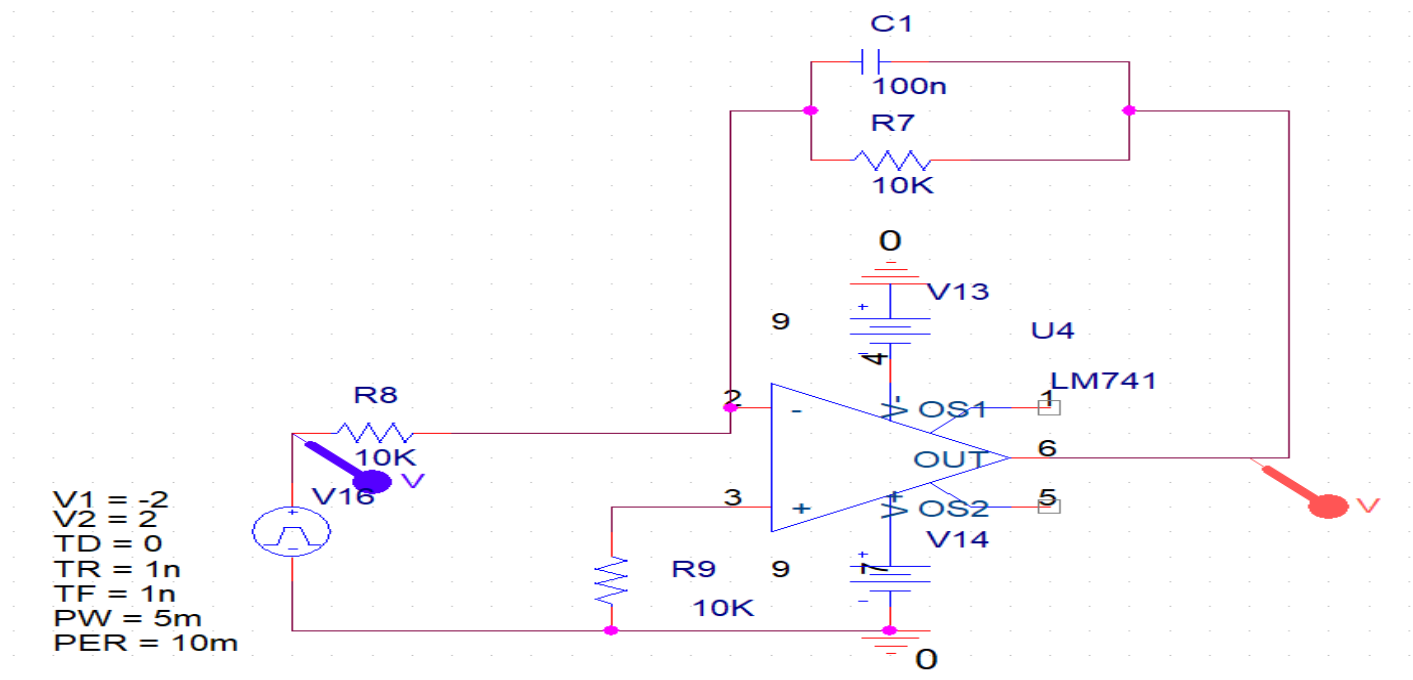
4- مدار انتگرال گیر:

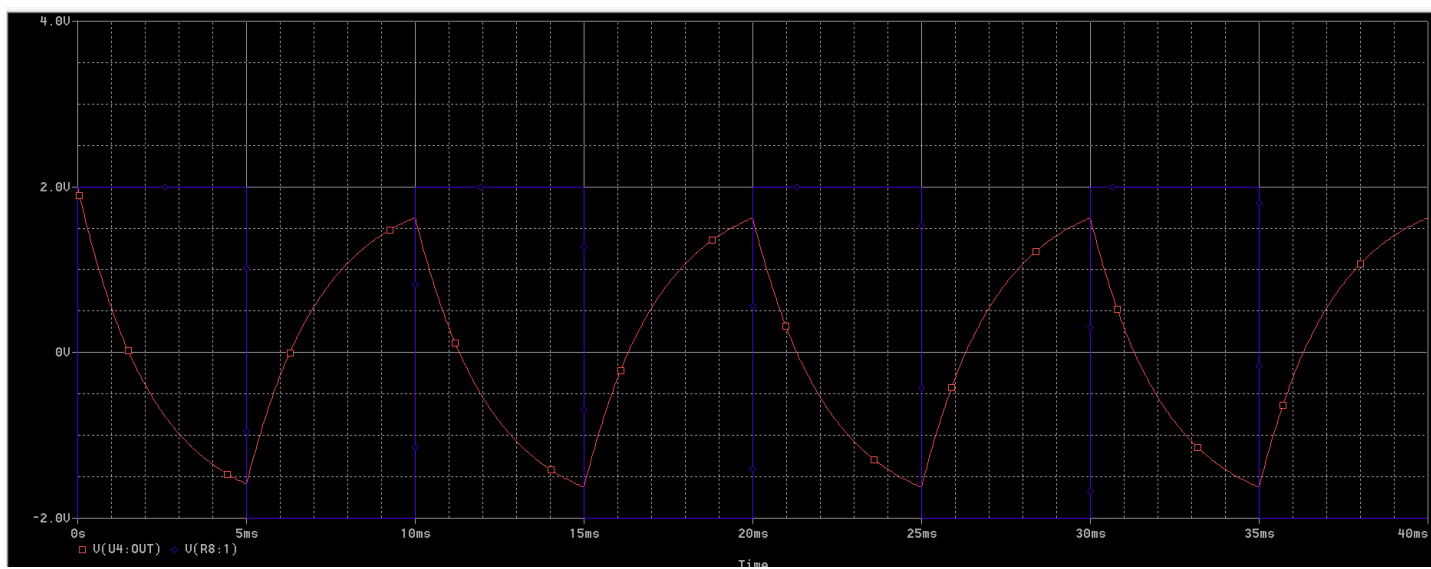
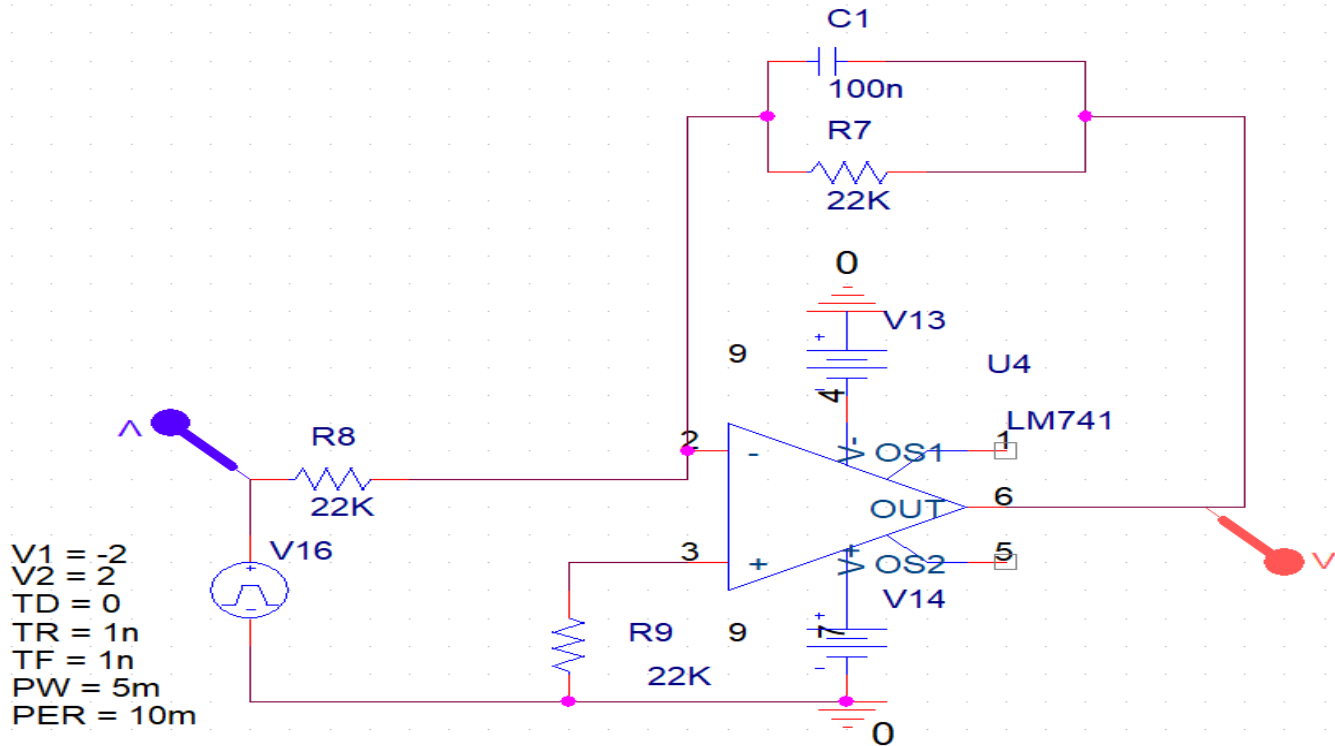
میدانیم که هرچه مقدار مقاومت بیشتر باشد، خازن فرصت کمتری را برای شارژ و دشارژ شدن در اختیار دارد. بنابراین انتظار داریم با افزایش مقدار مقاومت، مدار به یک انتگرال گیر نزدیک شود.

به ازای مقادیر مختلف مقاومت ولتاژ خروجی را مشاهده میکنیم:

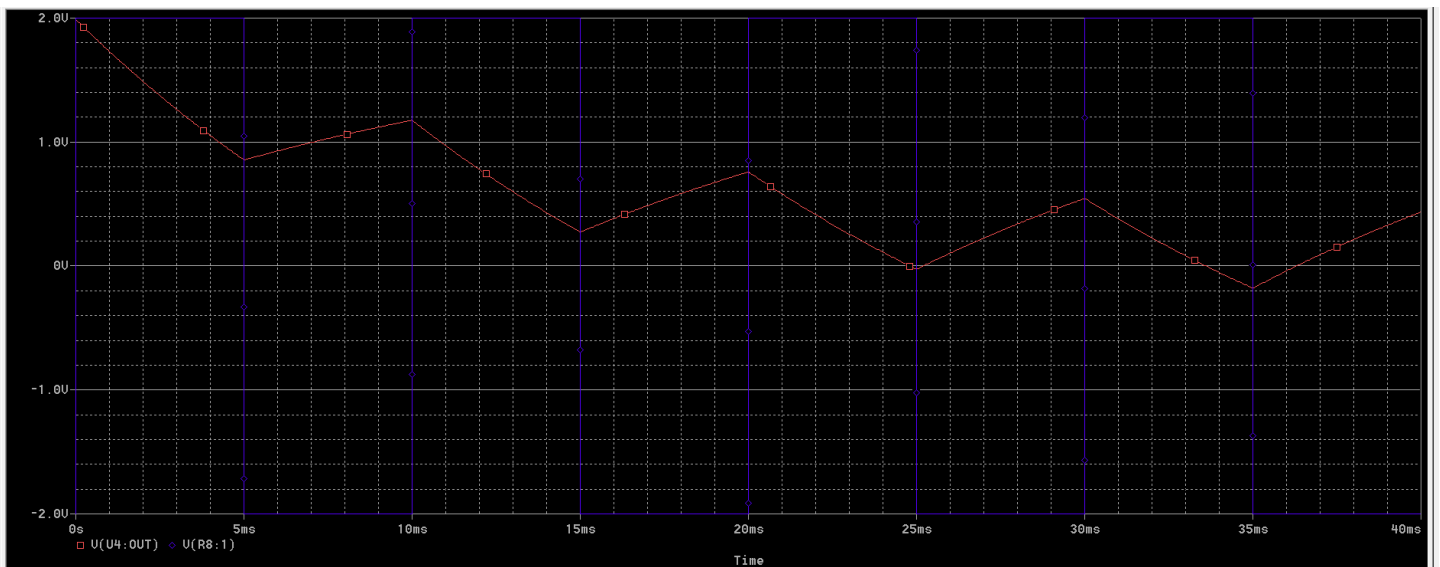
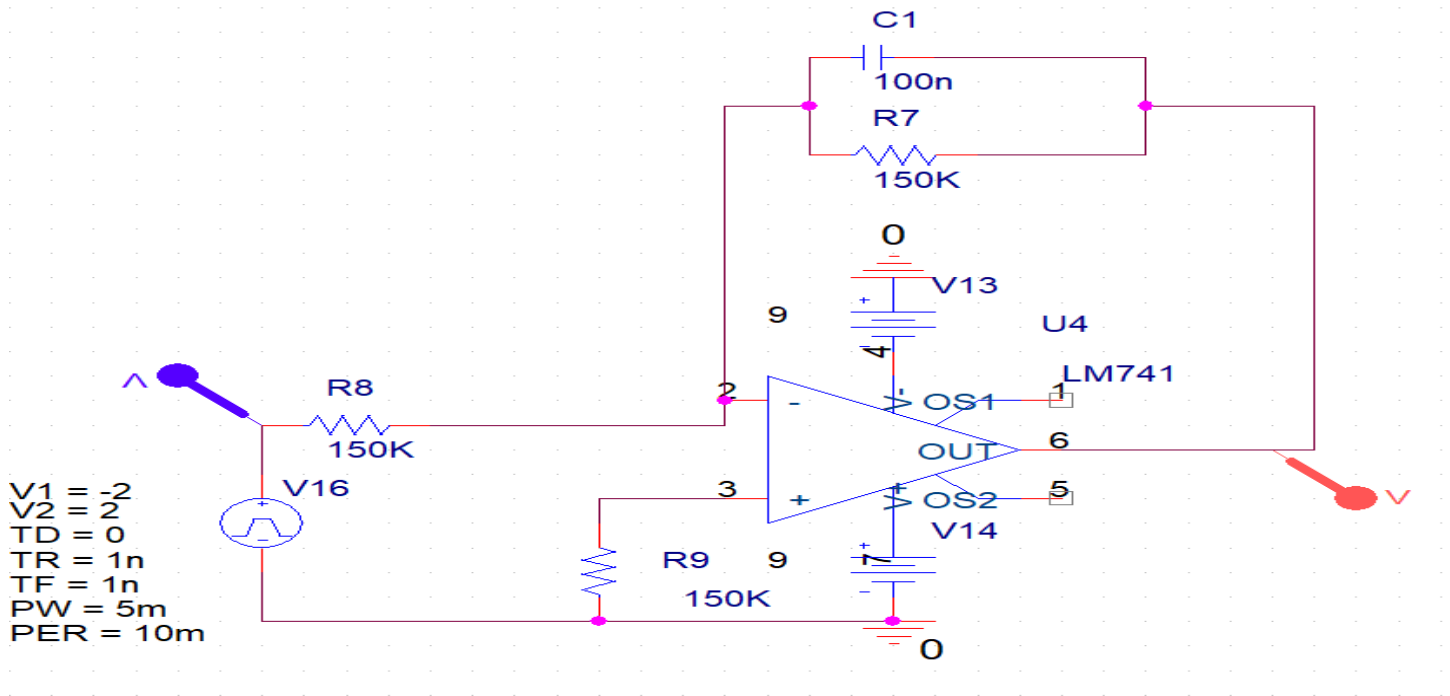
مقاومت 6.8 کیلو:







مقاومت 150 کیلو



همانگونه که مشاهده شد با افزایش مقدار مقاومت، رفتار مدار به یک انتگرال گیر نزدیک شد و در مقاومت 150 کیلو طبق نمودار بالا یک مدار انتگرال گیر داریم.