به نام خدا

پروژه کامپیوتری مدارهای الکتریکی(۱)

امیرمحمد میرحسینی ۸۱۰۱۰۲۶۰۱

دی ماه ۱۴۰۳

محاسبه مقادیر خواسته شده:

$$a = 2\,, b = 6, c = 0\,, d = 1$$

$$f = \big(500 + (b \times c \times d)\big)Hz = 500\ Hz$$

$$V_1 = \Big(40 + \big((c \times 10) + d\big)\Big)\,mV = 41mV$$

$$T = (5 + d) = 6$$

$$V_2 = (a + 1)V = 3V$$

$$S = (b + 3)s = 9s$$

$$R = \big(10 + (c \times 5)\big)K\Omega = 10\mathrm{K}\Omega$$

$$C = \big((d \times b) + 10\big)\mu F = 16\mu F$$

بخش اول:

پرسش اول:

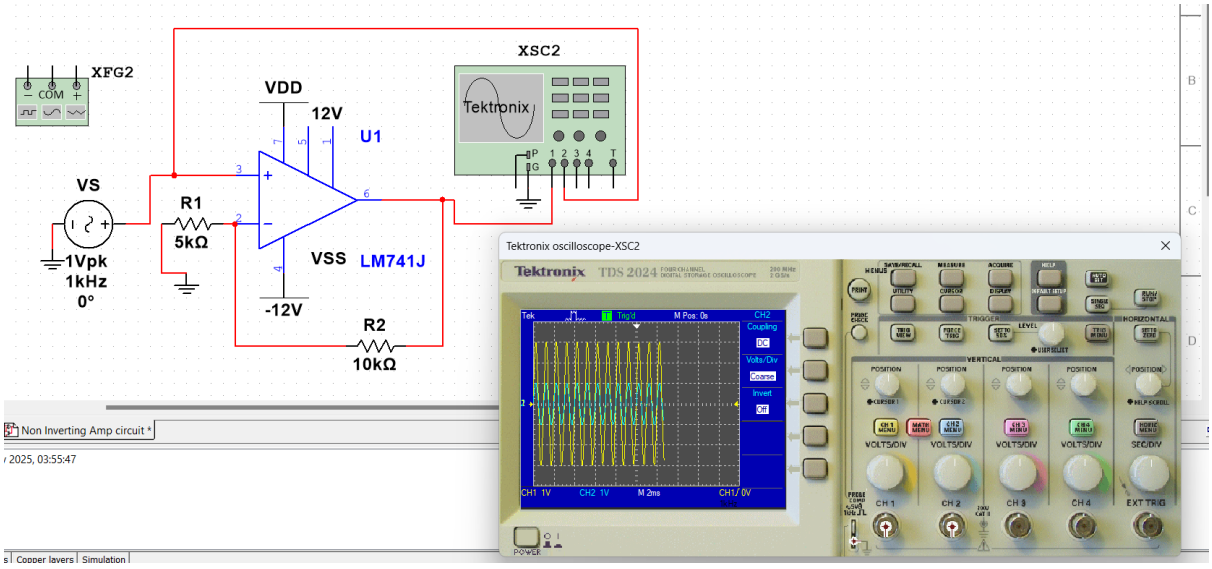
تقویت‌کننده غیرمعکوس‌کننده

$$KCL\ 1: \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1 - V_0}{R_2} = 0$$

$$V_O = A(V_S - V_1) \Rightarrow \frac{V_O}{V_S} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + \frac{R_1 + R_2}{A}}\ ; \text{if } A \to \infty \Rightarrow \frac{V_O}{V_S} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{in the example: } \mathrm{R_2} = 10\mathrm{k}\Omega\,, \mathrm{R_1} = 5\mathrm{k}\Omega\,, \mathrm{V_S}(1\mathrm{Vpk}\,, 1\mathrm{kHz}\,, 0°)$$

$$V_O \text{ must be : } (3\mathrm{Vpk}\,, 1\mathrm{kHz}\,, 0°)$$



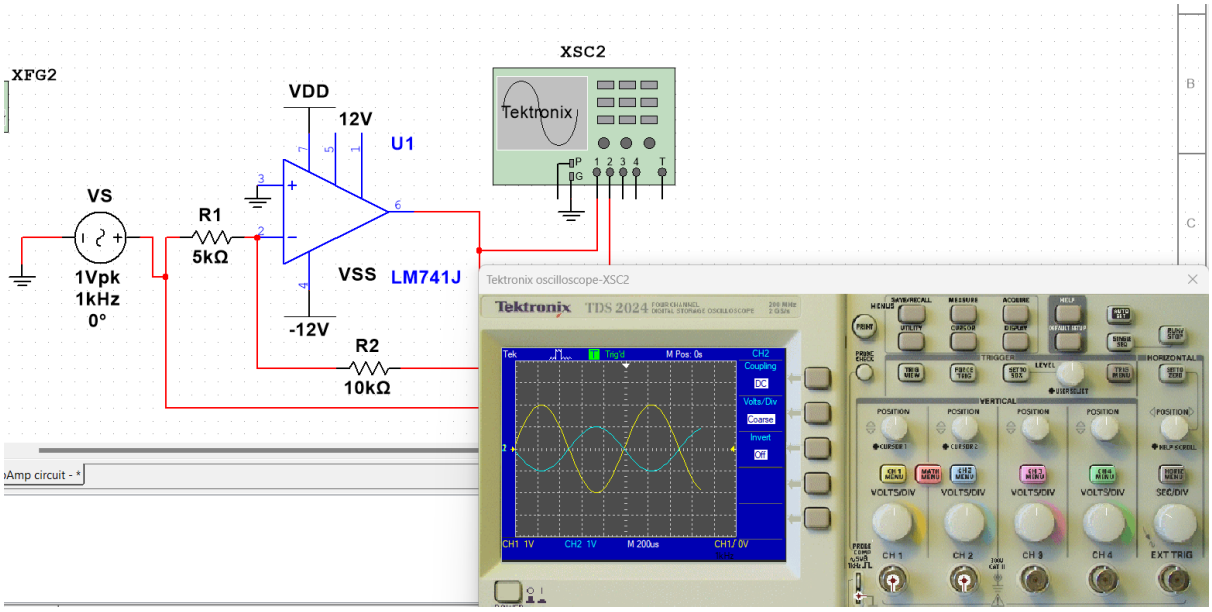
تقویت‌کننده معکوس‌کننده

$$KCL\ 1: \frac{V_1 - V_S}{R_1} + \frac{V_1 - V_0}{R_2} = 0$$

$$V_O = A(0 - V_1) = AV_d \Rightarrow \frac{V_O}{V_S} = \frac{-R_2}{R_1 + \frac{R_1 + R_2}{A}}\ ; \text{if } A \to \infty \Rightarrow \frac{V_O}{V_S} = -\frac{R_2}{R_1}$$

in the example: $R_2 = 10k\Omega$, $R_1 = 5k\Omega$, $V_S(1Vpk\ , 1kHz\ , 0°)$

V_O must be : $(2Vpk\ , 1kHz\ )$ but inverted. $(V_O = -2V_S)$

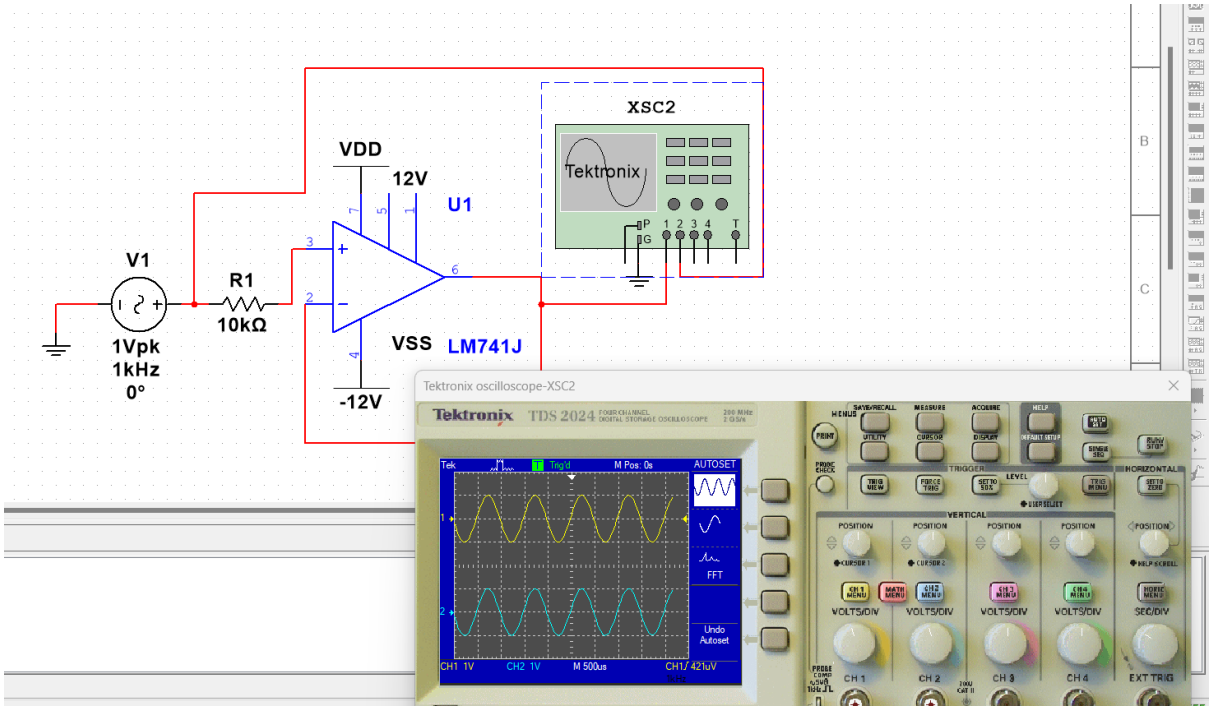


دنبال‌کننده ولتاژ

$$i_R = 0\ ;\ V_+ = V_-\ ; V_- = V_O\ ; V_+ = V_1 \Rightarrow V_O = V_1$$

in the example: $R_1 = 10k\Omega$, $V_1(1Vpk\ , 1kHz\ , 0°)$

V_O must be : $(1Vpk\ , 1kHz\ , 0°)$



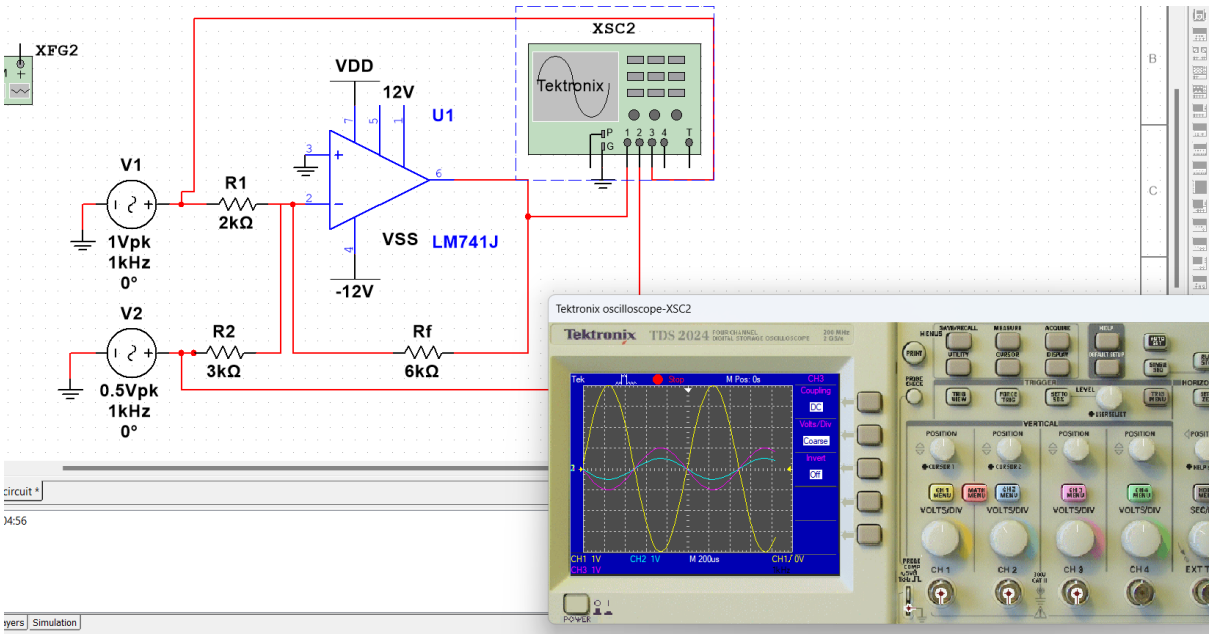
جمع کننده

$$KCL\ 1: \frac{0-V_1}{R_1} + \frac{0-V_2}{R_2} + \frac{0-V_O}{R_f} = 0$$

$$V_O = -\left(\frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2\right)$$

in the example: $R_2 = 3k\Omega$, $R_1 = 2k\Omega$, $R_f = 6k\Omega$, $V_1(1Vpk\,,1kHz\,,0°)$, $V_2(0.5Vpk\,,1kHz\,,0°)$

V_O must be : $(4Vpk\,,1kHz\,,0°)$



تفریق کننده

$$KCL\ 1: \frac{V_+ - V_1}{R_1} + \frac{V_+ - 0}{R_4} = 0$$

$$KCL\ 2: \frac{V_- - V_2}{R_3} + \frac{V_- - V_O}{R_2} = 0$$

$$V_- = V_+$$

$$V_- = \frac{\left(\frac{V_1}{R_1}\right) R_1 R_4}{R_1 + R_4}; V_O = R_2\left(\frac{V_- - V_2}{R_3} + \frac{V_-}{R_2}\right) \Rightarrow if\ R_4 = R_2, R_1 = R_3 \Rightarrow$$

$$V_O = \frac{1}{R_1}\frac{V_1 R_4}{R_1 + R_4} - \frac{R_4}{R_1}V_2 + \frac{1}{R_4}\frac{V_1}{R_1 + R_4} = \frac{R_4}{R_1} + \frac{1}{R_4} = \frac{R_4^2 + R_1}{R_1 + R_4}V_1 - \frac{R_4}{R1}V_2$$

$$\text{in the example: } \mathrm{R}_2 = \mathrm{R}_4 = 6\mathrm{k}\Omega\,, \mathrm{R}_1 = \mathrm{R_3} = 3\mathrm{k}\Omega\,, \mathrm{V}_1(1\mathrm{Vpk}\,, 1\mathrm{kHz}\,, 0°), \mathrm{V}_2(0.5\mathrm{Vpk}\,, 1\mathrm{kHz}\,, 0°)$$

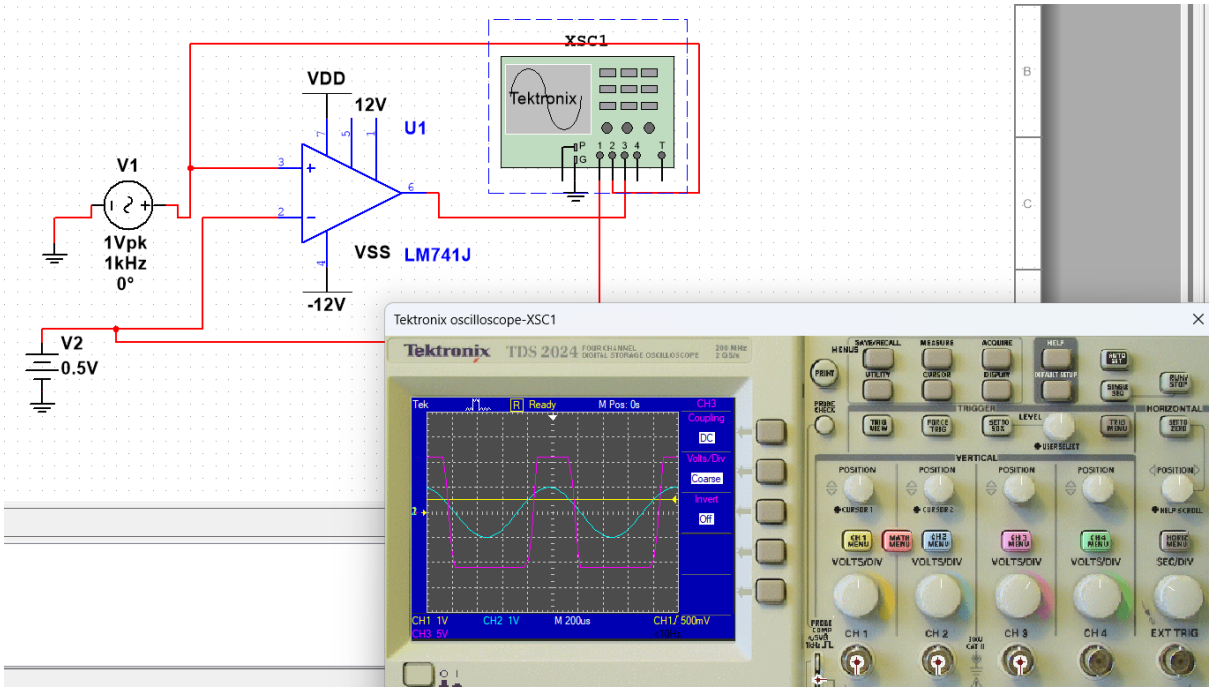
$$V_O \text{ must be : } (1\mathrm{Vpk}\,, 1\mathrm{kHz}\,, 0°)$$

مقایسه‌کننده

$$)\text{if } V_+ \neq V_-: AV_d \to \infty\,, \text{if: } V_+ - V_- > 0 \Rightarrow V_O = V_{DD} \text{ (in this example } V_O = 12V$$

$$\text{if: } V_+ - V_- < 0 \Rightarrow V_O = V_{DD} \text{ (in this example } V_O = -12V)$$

در این مثال هرجا ولتاژ *V1* که به سر مثبت وصل است بزرگتر از ولتاژ *V2* که به سر منفی است باشد، ۱۲ ولت و بالعکس منفی ۱۲ ولت را نشان می‌دهد. که به دلیل سینوسی بودن *V1* شکل موج نمایشی در اسیلوسکوپ به صورت پالس می‌باشد.



مشتق‌گیر

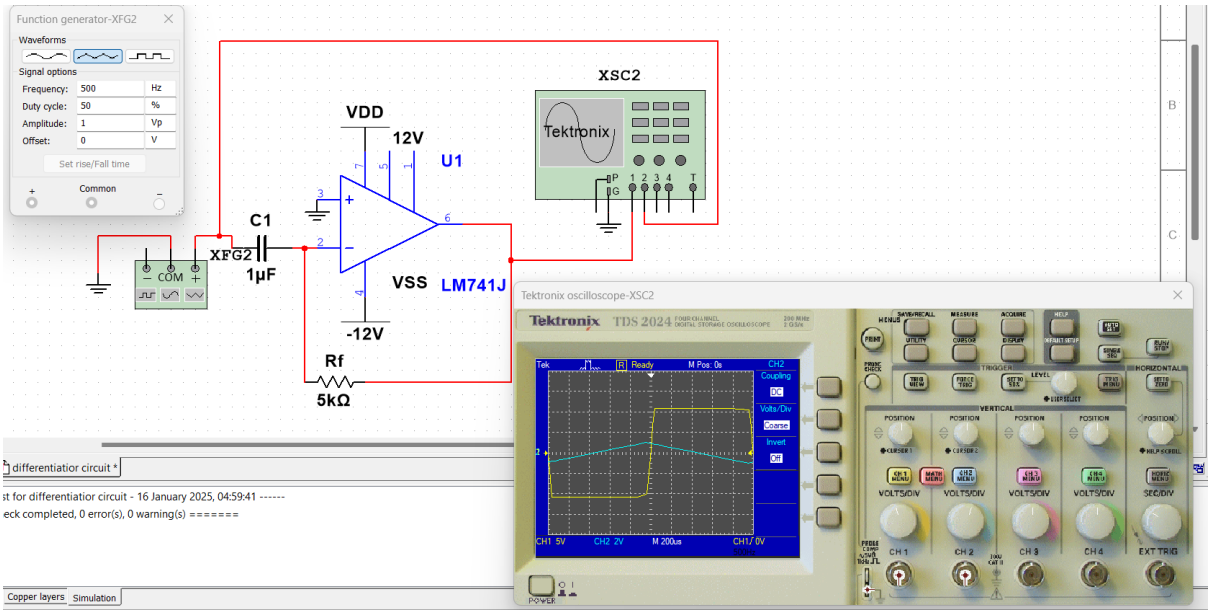
دلیل استفاده از فانکشن ژنراتور: دسترسی به شکل موج‌های بیشتر می‌باشد.

بهترین شکل موج، شکل موج سینوسی است که مشتق آن کسینوسی می‌شود اما برای نمایش درستی کار کردن مدار از موج مثلثی استفاده خواهد شد که مشتق این شکل موج، مربعی شکل خواهد بود.

$$KCL: C\frac{dV_1}{dT} = \frac{0 - V_O}{R_f} \Rightarrow V_O = -R_f C\frac{dV_1}{dt}$$

$$\text{in the example: } R_f = 5k\Omega\,, V_1(1Vpk\,, 500Hz\,, \text{Triangle Wave }), C = 1\mu F$$

$$V_O \text{ must be : } (10Vpk\,, 500Hz\,, 0°)$$



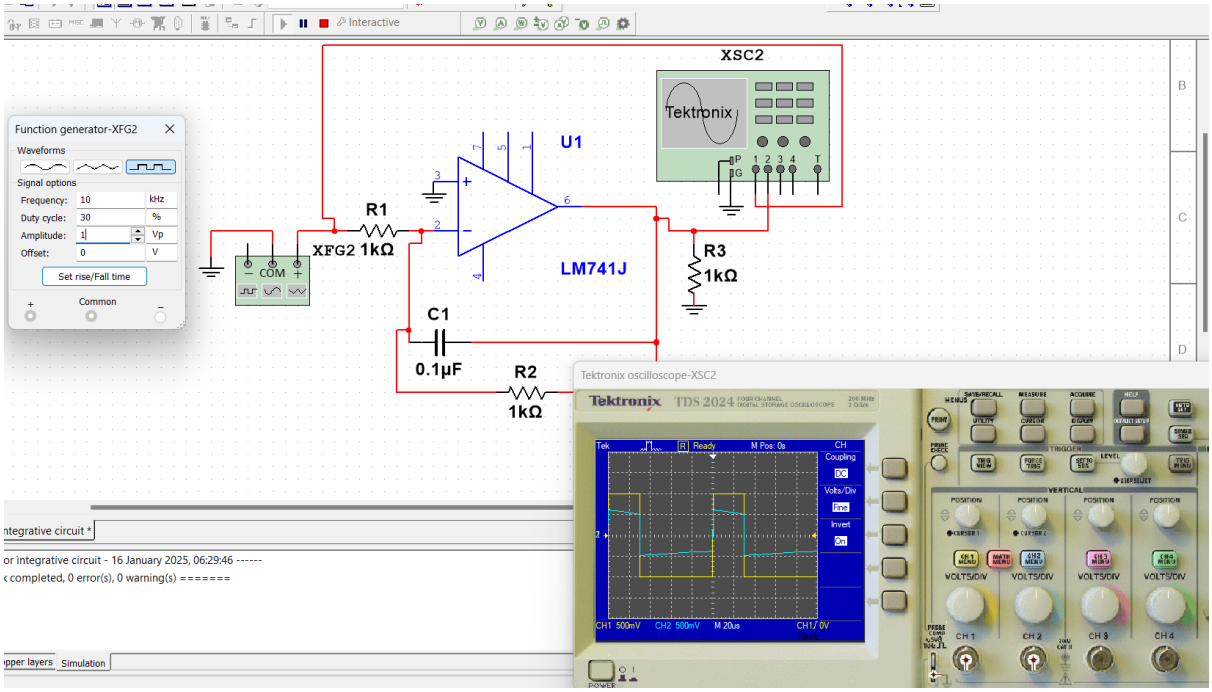
انتگرال‌گیر

برای این مدار، از مدار **گزارش کار آزمایش ششم آزمایشگاه مدار و اندازه‌گیری** استفاده شده است.

برای این مدار ابتدا دیوتی سایکل ولتاژ ورودی را تا ۱۰ درصد کم کرده، مشاهده می‌کنیم که هرچه فرکانس را بالاتر ببریم شکل موج خروجی که شارژ و دشارژ خازن است، کامل انجام نشده به طوری که در فرکانس ۱۰ کیلوهرتز شکل موج مثلثی (دندان اره‌ای) می‌گیرد. و همانطور که می‌دانیم انتگرال‌گیر یک موج مربعی باید شکل موج مثلثی باشد.

$$V_- = V_+ = 0\,;\; KCL: \frac{0 - V_S}{R_1} + \frac{0 - V_C}{R_2} + i_c = 0$$

$$V_C = V_O\,; KCL: \frac{V_C}{R_3} + \frac{V_C - 0}{R_2} + i_c = 0 \Rightarrow V_O = \frac{1}{R_{1C_1}}\int_0^t V_S dt$$

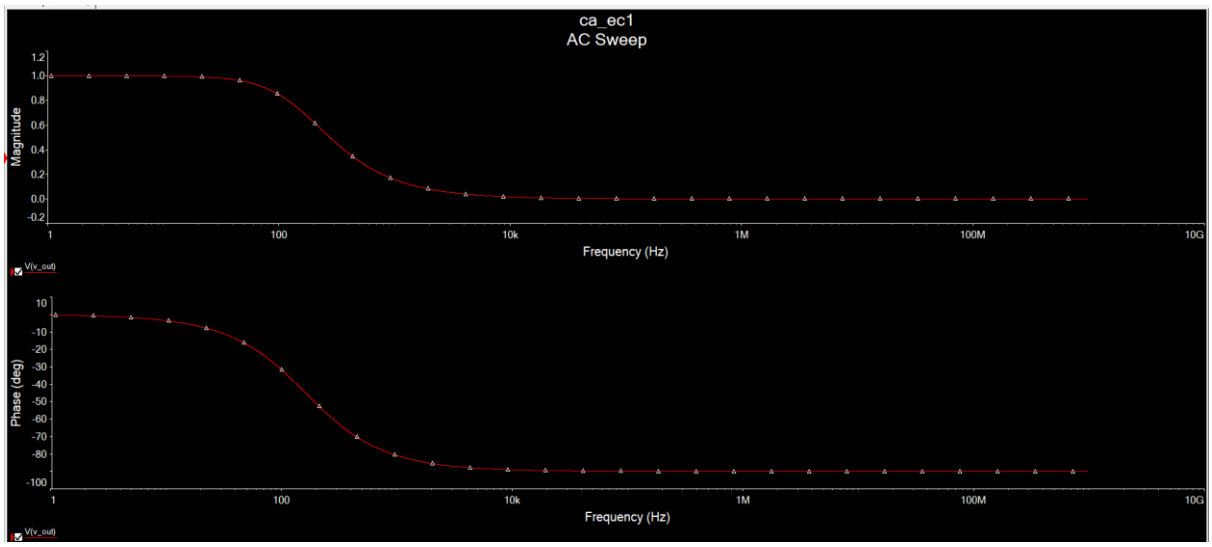


پرسش دوم:

I)

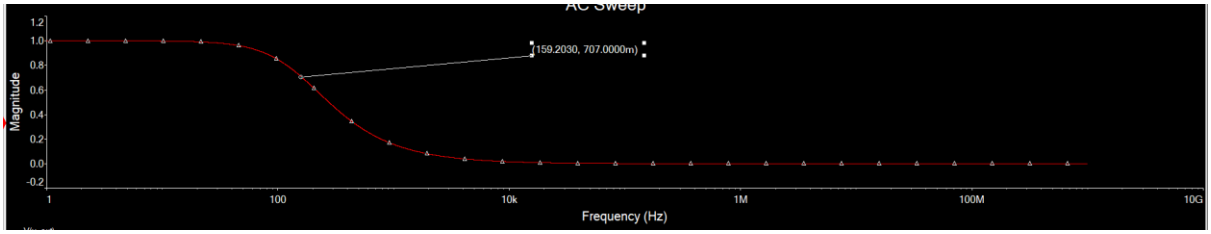
$$V_i = \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) I \,, V_o = \left(\frac{1}{j\omega C}\right) I \Rightarrow A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

$$|A_V| = \left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad , \varphi = \tan^{-1}(-\omega RC)$$



برای سنجش تطابق تئوری فرکانس قطع را بررسی می‌کنیم در هر دو:

$$\omega_{cutoff(theory)} = 1000 \rightarrow \omega = 2\pi f \,, f_{cutoff(THEORY)} \approx 159.155Hz$$

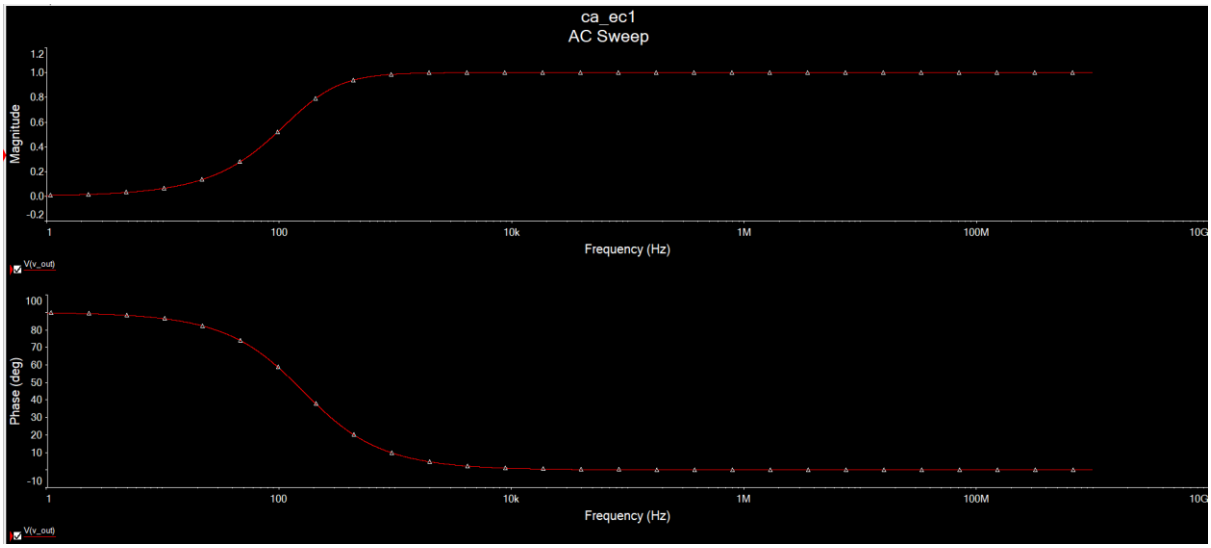


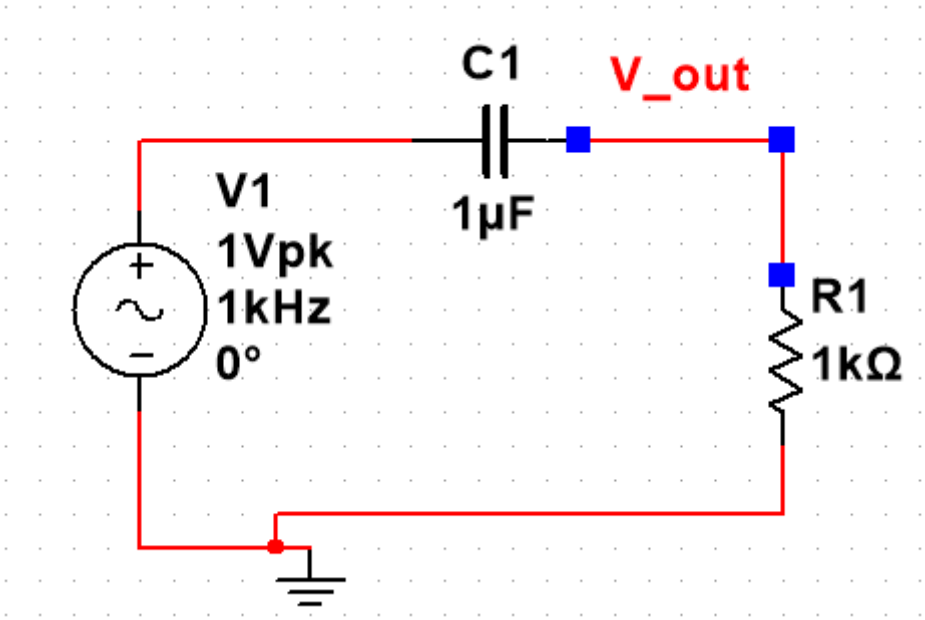
تطابق خوبی دارد.

II)

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

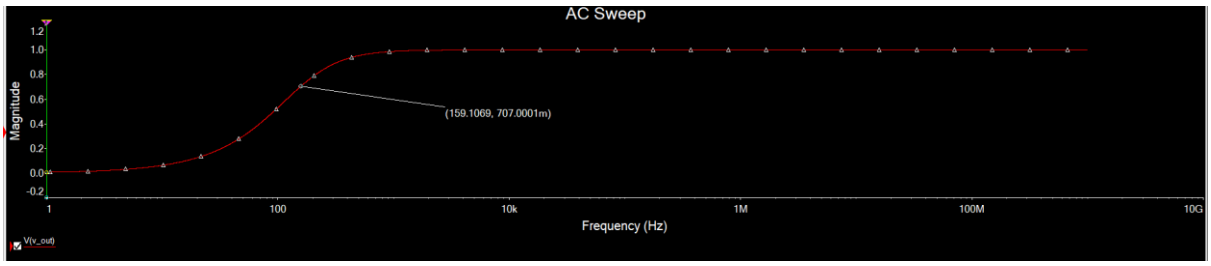
$$|A_V| = \left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad , \varphi = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega RC}\right)$$





برای سنجش تطابق تئوری فرکانس قطع را بررسی می‌کنیم در هر دو:

$$\omega_{cutoff(theory)} = 1000 \rightarrow \omega = 2\pi f \ , f_{cutoff(THEORY)} \approx 159.155Hz$$

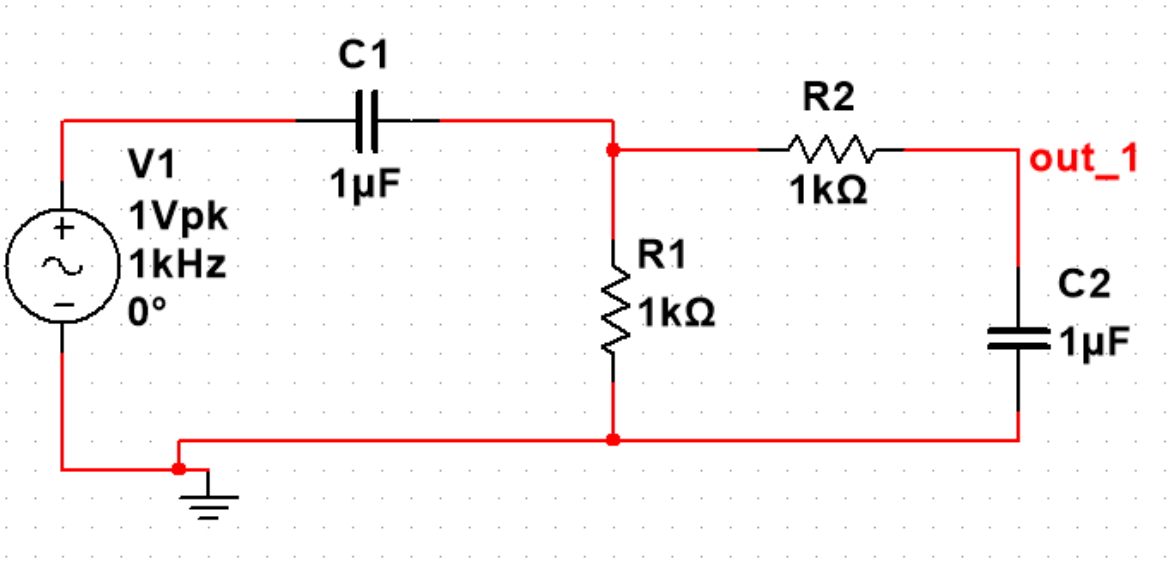


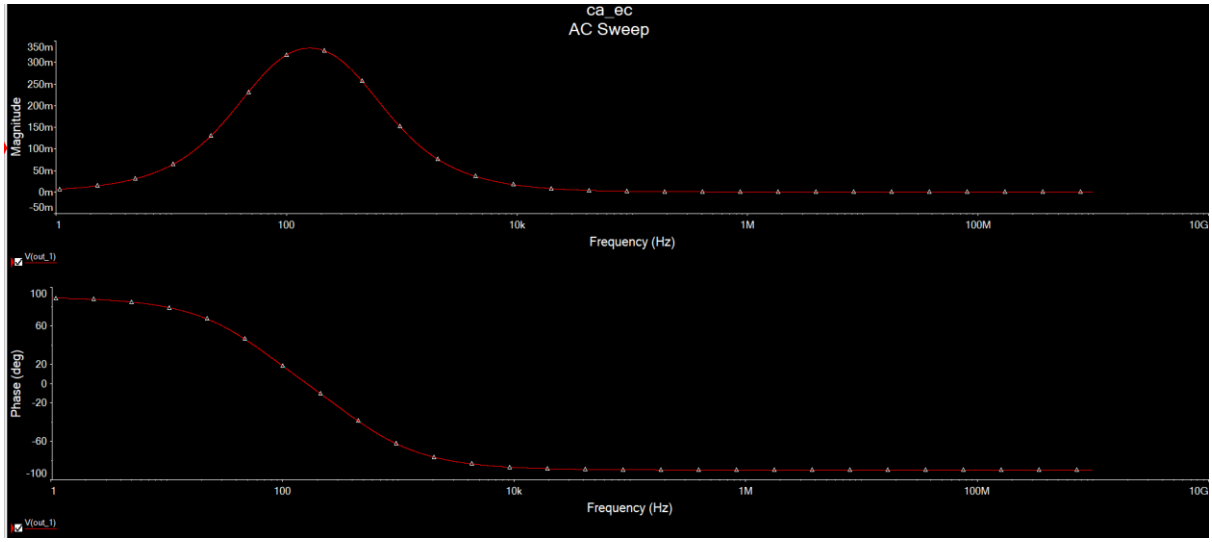
تطابق خوبی دارد.

(III

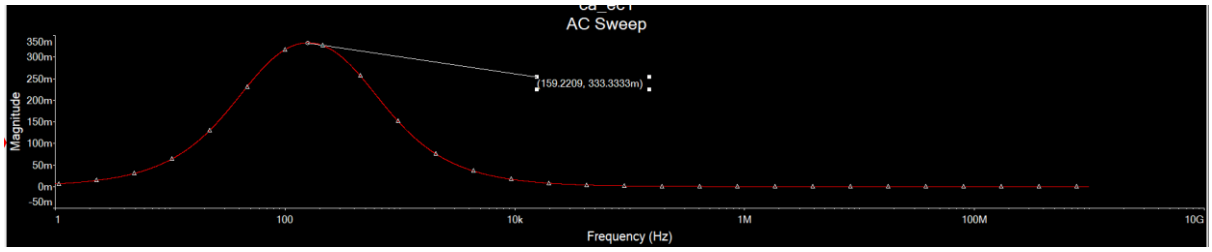
$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{j\omega RC}{1 + 3j\omega RC - \omega^2 R^2 C^2}$$

$$|A_V| = \left|\frac{V_o}{V_i}\right| = \frac{\omega RC}{\sqrt{(1-\omega^2 R^2 C^2)^2 + (3\omega RC)^2}} \ , \varphi = 90° - \tan^{-1}\left(\frac{3\omega RC}{1-\omega^2 R^2 C^2}\right)$$





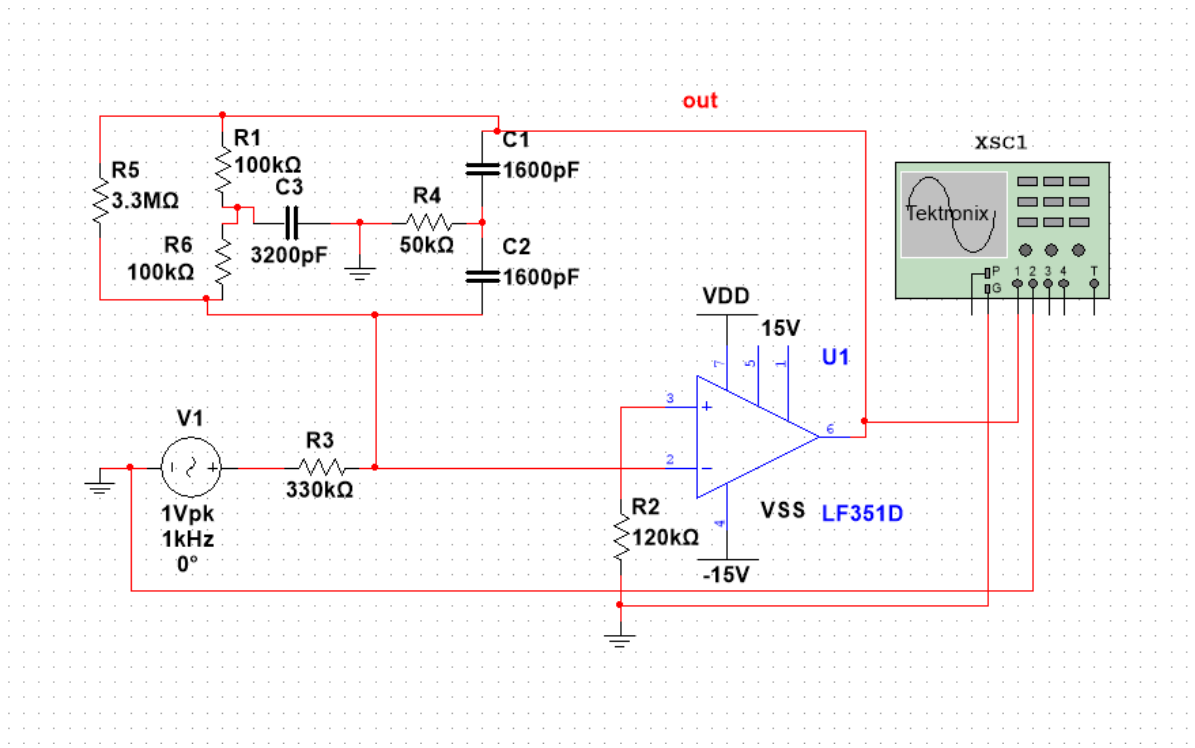
برای مقایسه تئوری و عملی فرکانس تشدید عملی را در فرمول تئوری به‌دست آمده جایگذاری می‌کنیم تا ببینیم اندازه تئوری و عملی برابر می‌شود یا خیر.

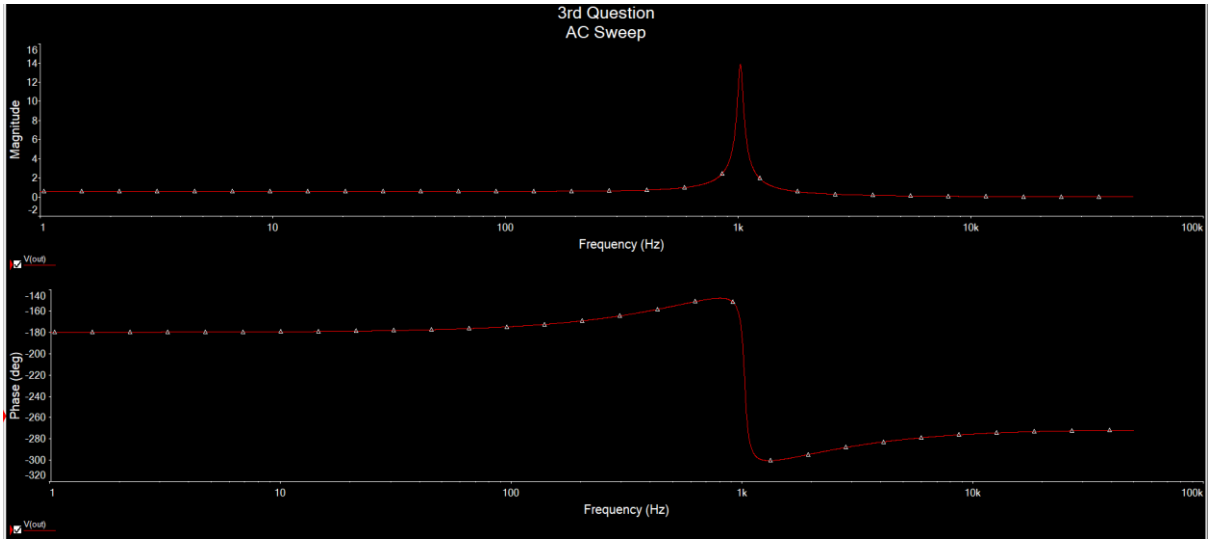


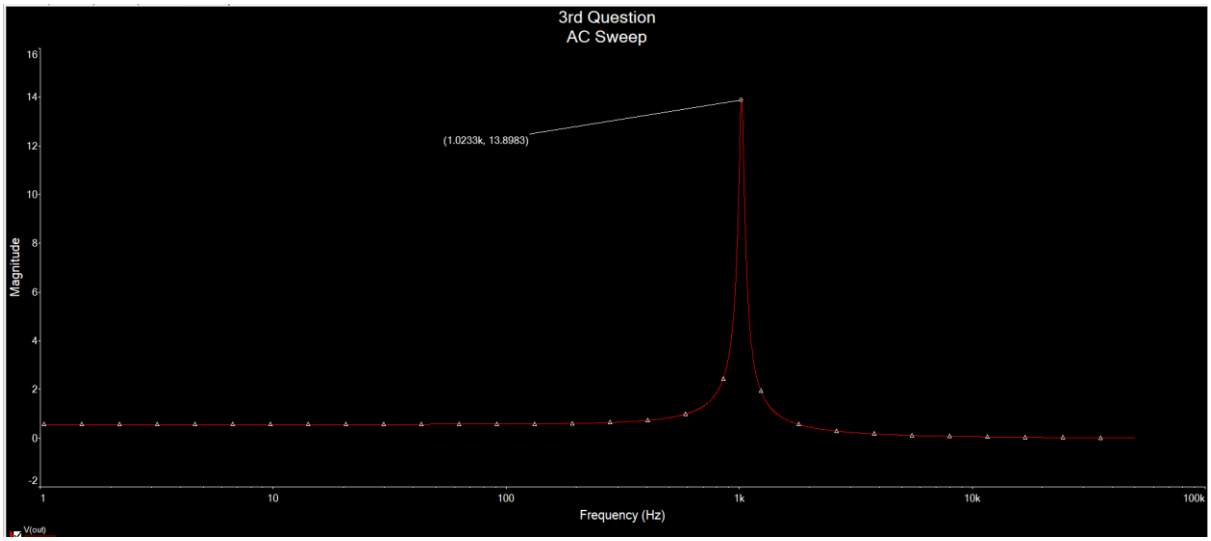
$$f = 159.229Hz \rightarrow \ \omega = 2\pi f \approx 1000$$

$$\text{theory Value} = 0.33333 \text{ and Experimental Value} = 0.33333$$

برابرند.

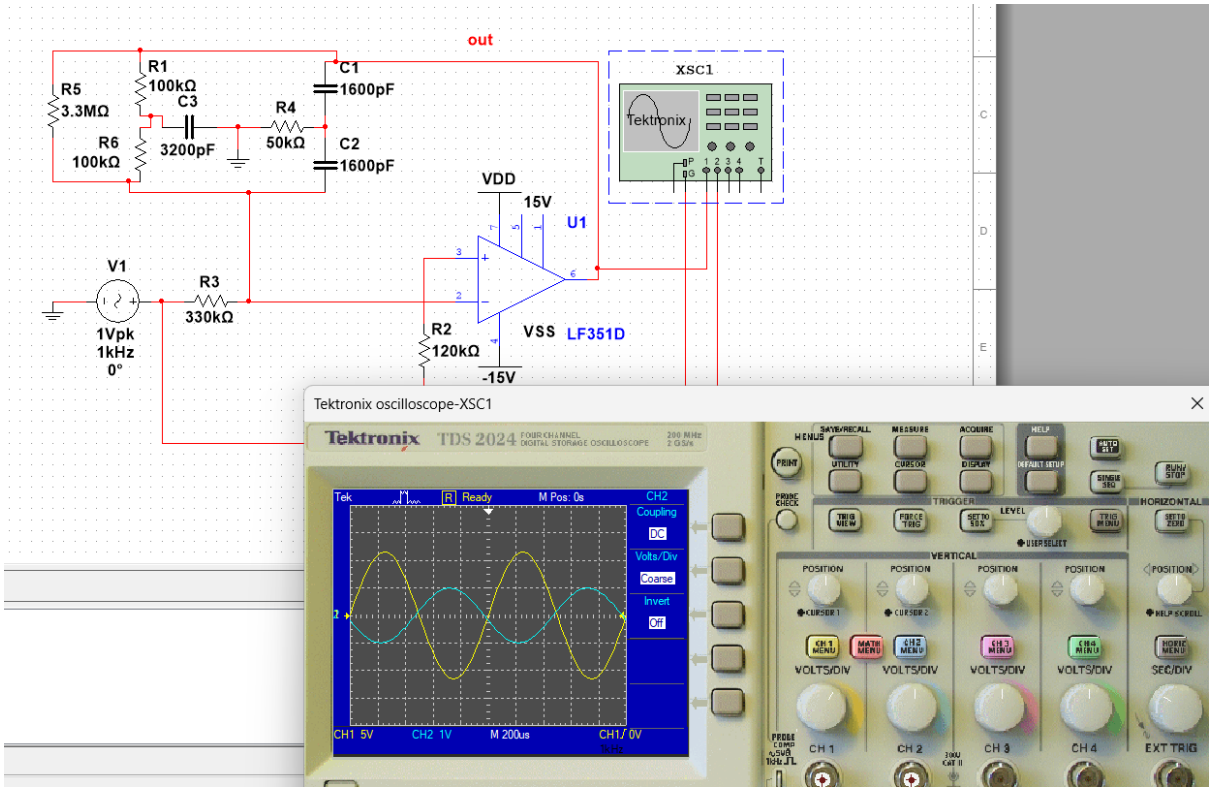

out
R1
100kΩ
C1
1600pF
XSC1
R5
3.3MΩ
C3
R4
Tektronix
R6
100kΩ
3200pF
50kΩ
C2
1600pF
VDD
15V
U1
V1
R3
330kΩ
1Vpk
1kHz
0°
R2
120kΩ
VSS
LF351D
-15V


3rd Question
AC Sweep
Magnitude
Frequency (Hz)
V(out)
Phase (deg)
Frequency (Hz)
V(out)


3rd Question
AC Sweep
(1.0233k, 13.8983)
Magnitude
Frequency (Hz)
V(out)

کاربرد: این یک فیلتر میان‌گذر می‌باشد که فرکانس‌های میانی را به خوبی عبور می‌دهد و پهنای باند نسبتا کمی دارد و کمک می‌کند که فرکانس مورد نظر با دقت خوبی عبور دهد.

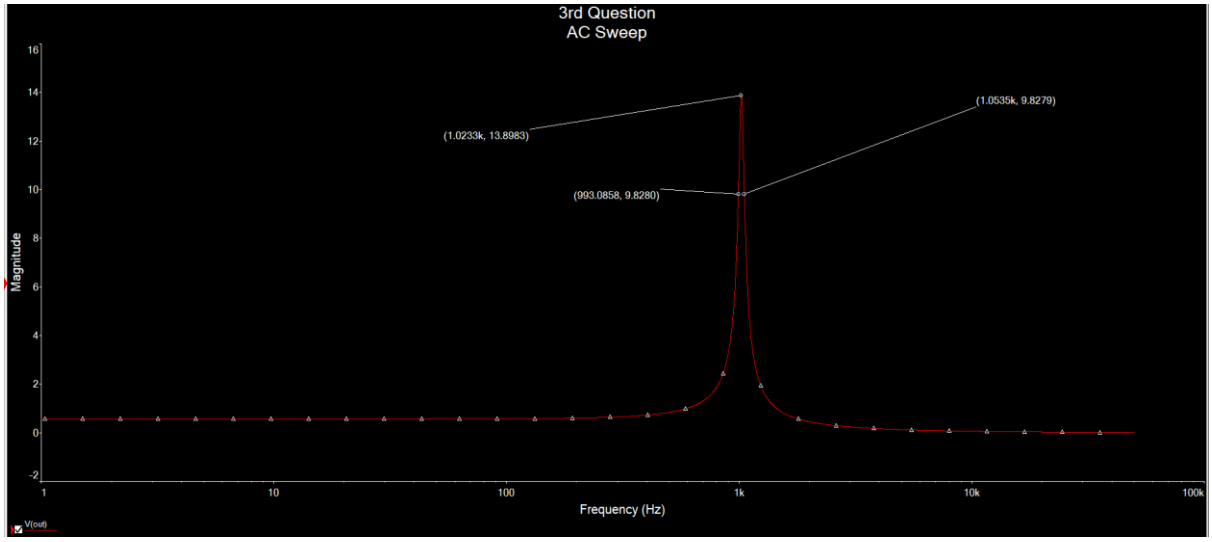
مشاهده می‌گردد اگر شکل موج خروجی و ورودی را در اسیلوسکوپ مشاهده کنیم(در فرکانس تقریبی تشدید که یک کیلوهرتز می‌باشد.) شاهد تقویت سیگنال خواهیم بود. (تقویت کننده است)



بنابراین یک مدار تقویت کننده که فرکانس های تقریبا خاص (اینجا تقریبا یک کیلوهرتز) را عبور می‌دهد (به صورت فیلتر میان‌گذر)

برای مشخص کردن پهنای باند نیز از نمودار آنالیز AC کمک می‌گیریم.

$$V_{f\,cutoff} = \frac{1}{\sqrt{2}} Max(V)_{f\,resonance} = 9.828\ \mathrm{V}$$



$$BW = f_{c1} - f_{c2} \approx 60.4$$

پهنای باند بسیار کم ۶۰.۴ هرتز نیز اشاره دارد که برای تقویت فرکانس های خاص می‌باشد.

بخش دوم:

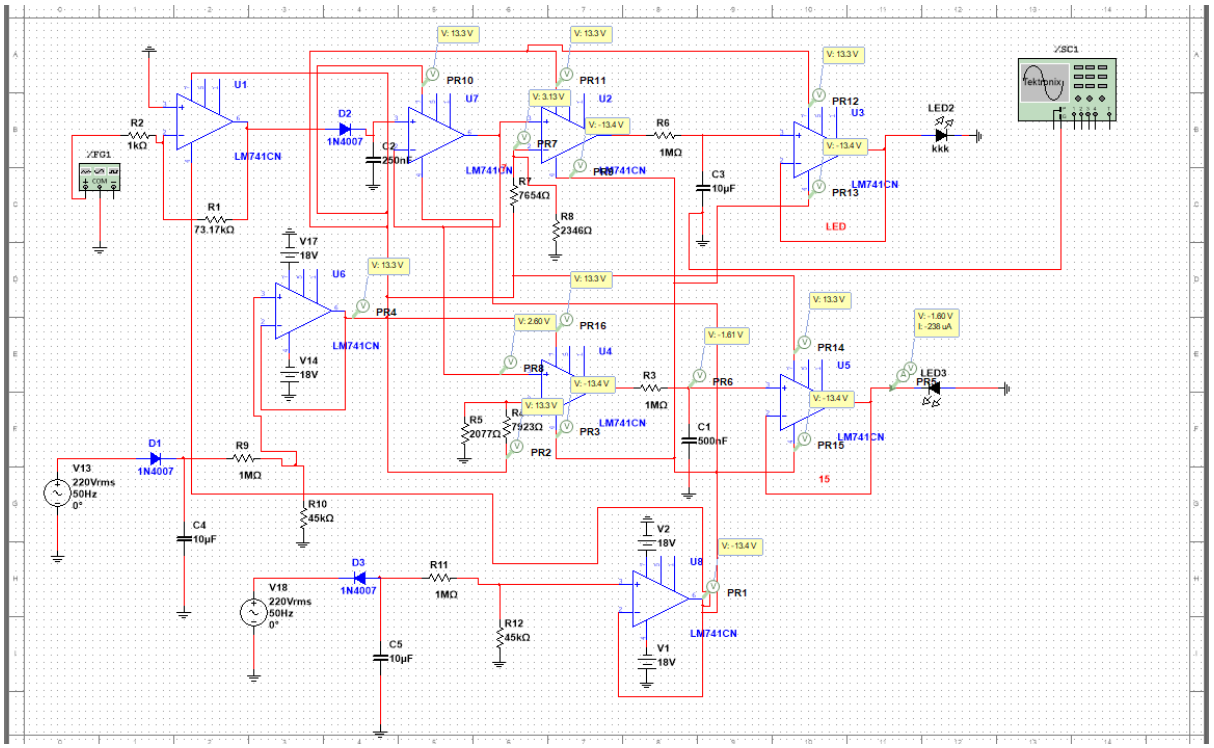
فاز اول

فایل این قسمت در « فاز دوم، بخش اول » به نام phase2p1 قرار دارد.

توضیحات:

برای ساخت این مدار با استفاده از فانکشن ژنراتور یک سیگنال با دامنه سه برابر v1 یعنی ۱۲۳ میلی ولت با فرکانس ۵۰ هرتز به عنوان نویز تولید کردیم و آن را با استفاده از مدار جمع کننده به سیگنال ورودی اصلی خود که ۵۰۰ هرتز بود و دامنه ۴۱ میلی ولت داشت اضافه کردیم سپس آن را به آپ امپ تقویت کننده دادیم و حالا می‌توانیم سیگنال نویزدار شده را در خروجی جمع کننده ببینیم چون که فرکانس سیگنال اصلی ما ۵۰۰ هرتز، و سیگنال نویز ما ۵۰ هرتز می‌باشد برای از بین بردن این نویز استفاده از یک فیلتر بالاگذر معقول و منطقی می‌باشد. پس باید یک فیلتر بالاگذر بسازیم که فرکانس ۵۰ هرتز را عبور ندهد و فرکانس ۵۰۰ هرتز را به خوبی عبور دهد. برای این کار از یک مدار خازن مقاومتی استفاده می‌کنیم و خروجی را از دو سر مقاومت می‌گیریم که به ما فیلتر بالاگذر بدهد. و سعی می‌کنیم مقدار مقاومت و خازن را جوری تنظیم کنیم که فرکانس قطع بالاتر از ۵۰ و کمتر از ۵۰۰ هرتز باشد تا نویز ما حذف شود.

شما می‌توانید مدار این بخش را در آدرس مشخص شده آزمایش کنید.



فاز دوم

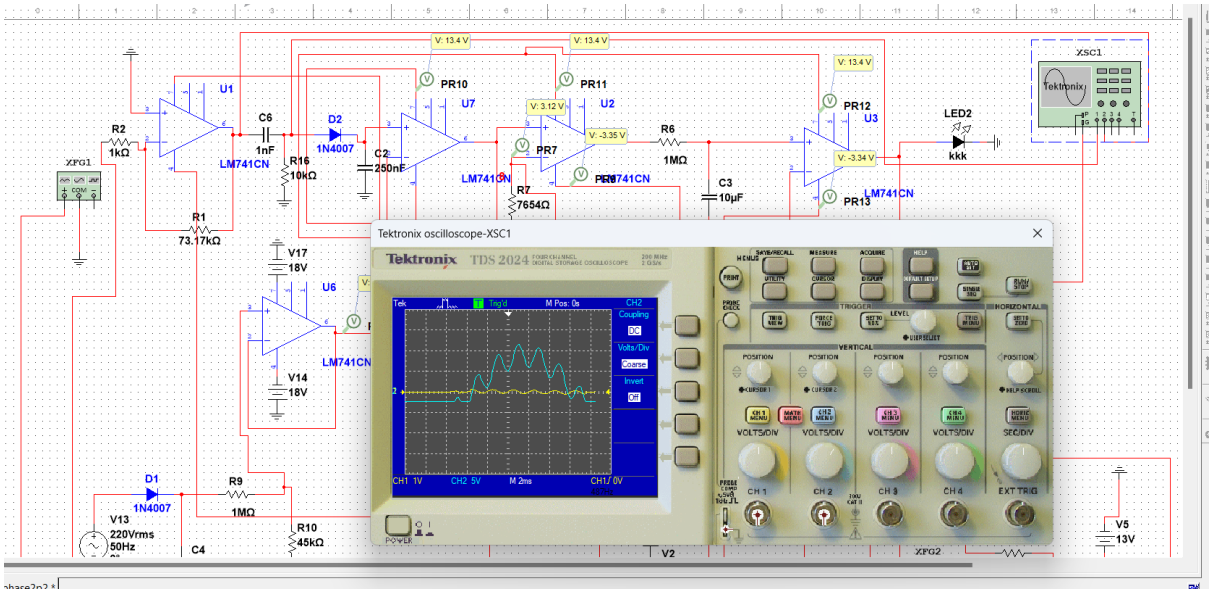
فایل این قسمت در « فاز دوم، بخش دوم » به نام phase2p2 قرار دارد.

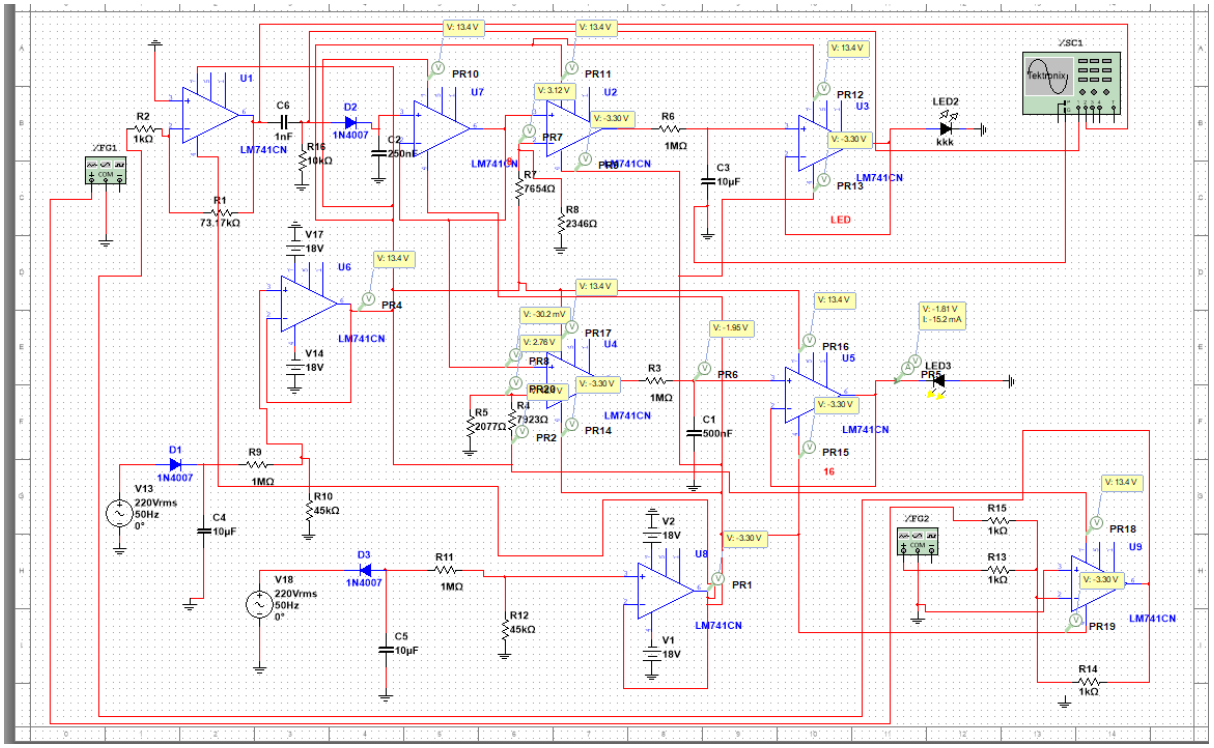
توضیحات:

اول پروژه بافر گذاشتیم که اثر بارگذاری را از بین ببرد و بعد با یک سو ساز نیم موج با دیود 1N4007 *و یک خازن آن را یکسو سازی کردیم، دلیل گذاشتن خازن کاهش ریپل است و با عوض کردن مقدار آن به بهینه ترین مقدار رسیدیم. و بعد خروجی را به دو مقایسه گر دادیم که توسط آپ امپ ساخته شدند. یکی برای تشخیص ولتاژ بیشتر و یکی برای تشخیص ولتاژ کمتر. برای مقایسه گر یک ولتاژ مرجع درنظر گرفتیم و اگر ولتاژ ما از این مقدار بیشتر شود آپ امپ به حالت اشباع رفته و ولتاژ تغذیه خودش را به ما می‌دهد و بعد از آن با یک مدار* rc *تاخیر ایجاد کردیم تا* led *بعد از ۹ ثانیه روشن شود و قبل* led *باز هم یک بافر گذاشتیم تا اثر بارگذاری را حذف کند. برای مقایسه گر دوم همین کار را انجام دادیم اما ولتاژ مرجع آن فرق می‌کند. در اینجا اگر ولتاژ کمتر از ولتاژ مرجع شود آپ امپ به جالت اشتباع رفته و در خروجی ولتاژ تغذیه منفی را می‌دهد و در اینجا هم مانند بالا، یک مدار خازن مقاومتی برای تاخیر گذاشتیم.*

در آخر با استفاده از دیود و خازن و روش یکسو سازی نیم موج برق شهر را که متناوب است به برق DC *تبدیل کردیم و بعد از آن با تقسیم مقاومتی به ولتاژ* DC *مطلوب خود رسیدیم و از این ولتاژ برای تغذیه آپ آمپ ها استفاده کردیم.*

در زیر در چنل دوم سیگنال با نویز و در چنل اول سیگنال پس از حذف نویز مشاهده می‌شود.




XFG1
R2
1kΩ
R1
73.17kΩ
U1
LM741CN
C6
1nF
R16
10kΩ
D2
1N4007
C2
250nF
U7
PR10
V: 13.4 V
V17
18V
V14
18V
U6
PR4
D1
1N4007
V13
220Vrms
50Hz
0°
R9
1MΩ
R10
45kΩ
C4
10µF
V18
220Vrms
50Hz
0°
D3
1N4007
R11
1MΩ
R12
45kΩ
C5
10µF
PR11
U2
V: 3.12 V
V: -3.30 V
PR7
R7
7654Ω
R8
2346Ω
R6
1MΩ
C3
10µF
PR12
U3
PR13
LED
LED2
kkk
XSC1
R5
2077Ω
R4
7323Ω
PR2
PR14
PR17
U4
V: -30.2 mV
V: 2.78 V
R3
1MΩ
C1
500nF
V: -1.95 V
PR6
PR16
U5
PR15
16
V: -1.81 V
I: -15.2 mA
LED3
V2
18V
V1
18V
U8
PR1
XFG2
R15
1kΩ
R13
1kΩ
R14
1kΩ
PR18
U9
PR19