

Лабораторна робота №4

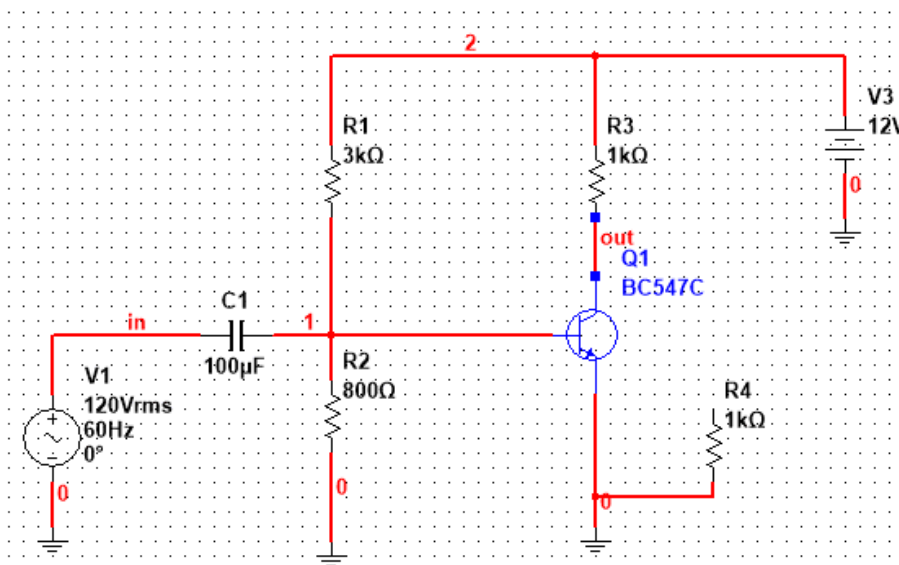
Дослідження автогенератора

Мета: У даній роботі досліджується RC-автогенератор, який, звичайно, використовується для генерації коливань низької частоти.

Використовуємо транзистор BC547C

1. Складові частини RC-автогенератора

Для роботи з даною частиною завдання нам потрібно скласти схему подану на рис 1

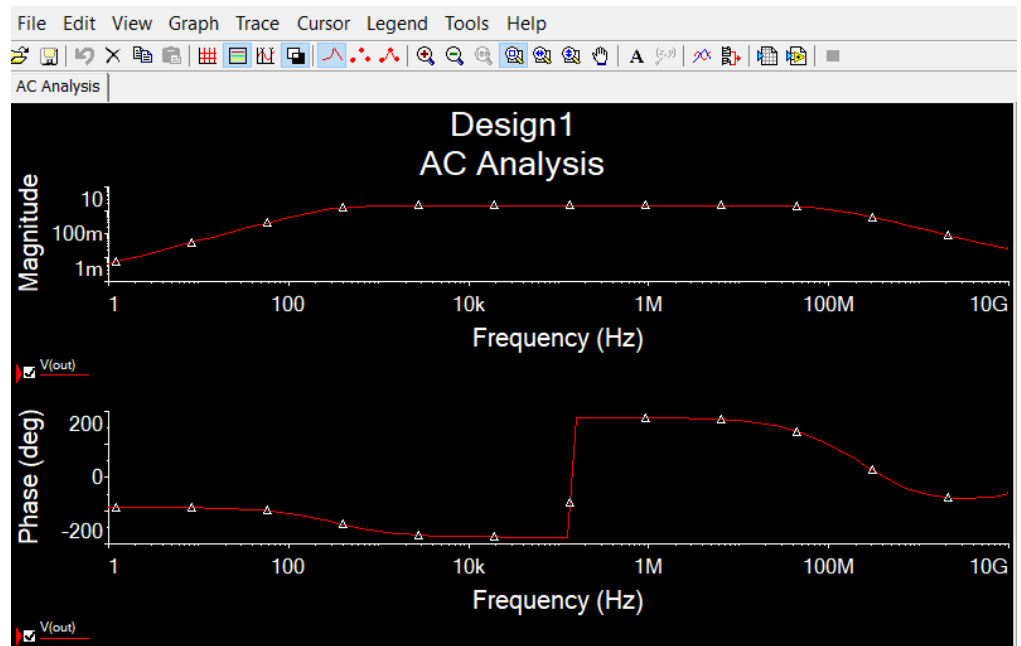


Зібравши схему та налаштувавши відповідно усі деталі схеми, застосуємо AC Analysis для вимірювання вихідної напруги

Cursor	
	V (out)
x1	1.0000
y1	2.5081m
x2	199.5262k
y2	951.6366m
dx	199.5252k
dy	949.1286m
dy/dx	4.7569µ
1/dx	5.011911

Можемо бачити, що максимальне значення = $0,951 < 1$

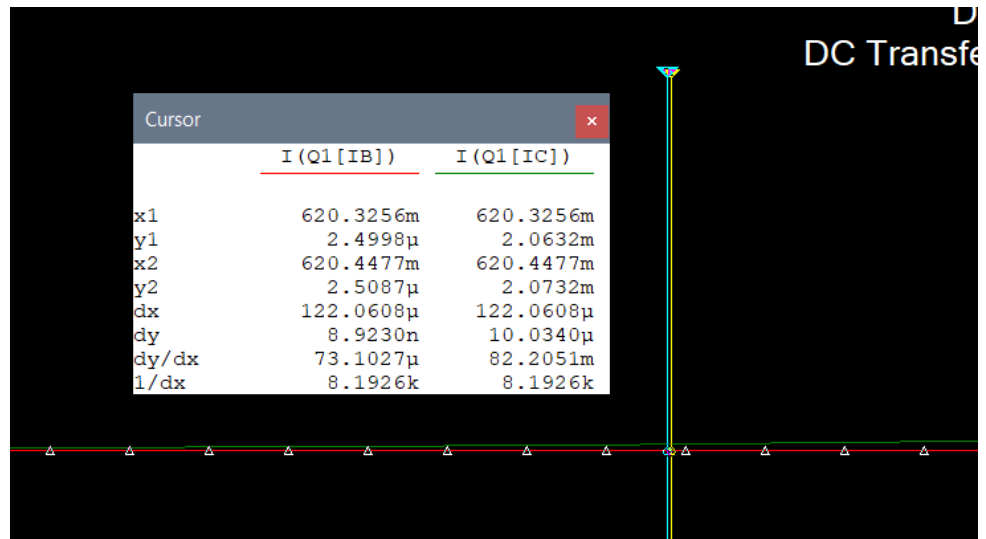
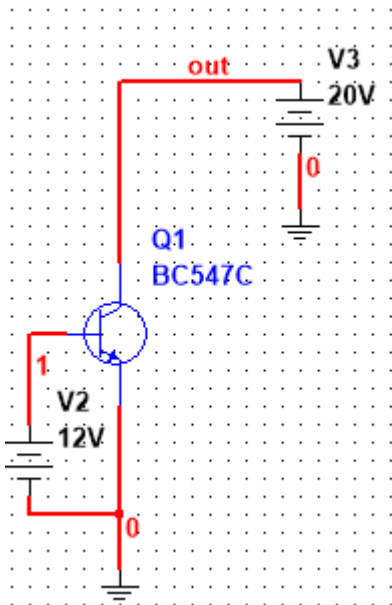
Що свідчить що у даній схемі підсилення немає



	Variable	Operating point value
1	V(1)	744.93925 m
2	V(out)	25.21969 m
3	I(Q1[IB])	5.48718 m
4	I(Q1[IC])	19.97478 m

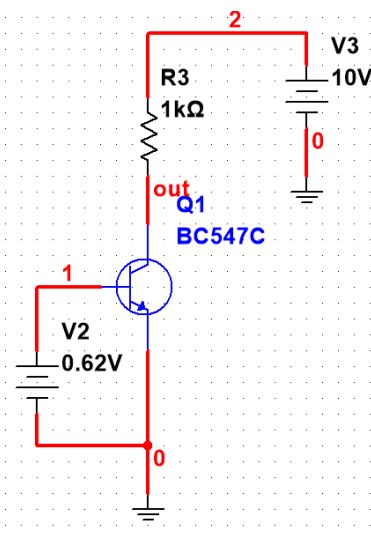
Очікували на $V(out) \approx 10V$

Для дослідження вхідної і прохідної характеристики видозмінюємо схему



Зробивши DC Sweep Analysis бачимо що нам на базі потрібно 0,62V. Базовий струм $\approx 3\mu\text{A}$, а колекторний струм отримується $\approx 2\text{mA}$.

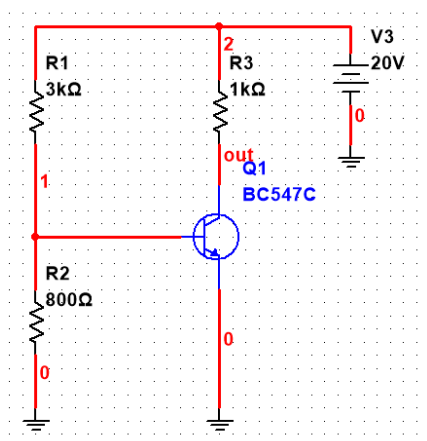
З отриманих даних ми отримали нові дані. Перебудовуємо схему та робимо DC Analysis



	Variable	Operating point value
1	V(1)	620.00000 m
2	V(out)	17.06128
3	I(Q1[IB])	2.47591 u
4	I(Q1[IC])	2.93872 m

На виході отримуємо 17V, оскільки струм $\approx 3\text{mA}$;

Тепер маючи ці данні можемо оцінити який матимемо коефіцієнт підсилення насправді. Для цього перебудуємо схему

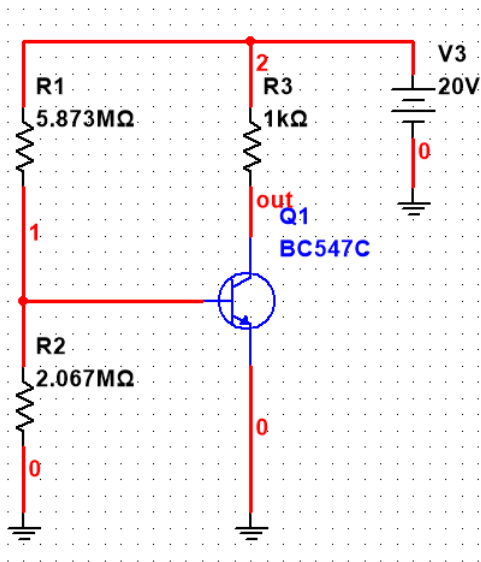


На опорі R2 маємо змінити опір оскільки через нього має йти струм значно менший ніж наші $3\mu\text{A}$. Нехай це буде $0,3\mu\text{A}$. Тоді порахуємо новий опір.

$$0,62\text{V}/0,3\mu\text{A}=2.067\text{M}\Omega$$

Також розрахуємо на резистор R1:

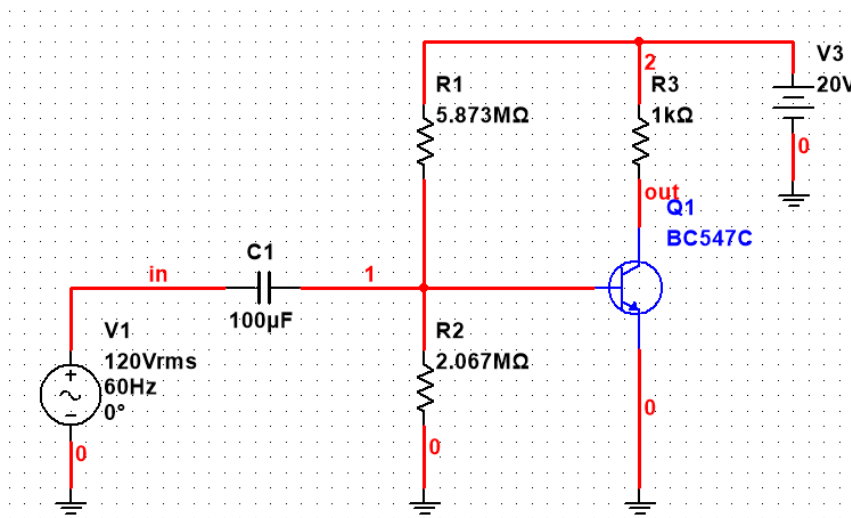
$$(20-0,62)/3,3\mu\text{A}=5.873\text{M}\Omega$$



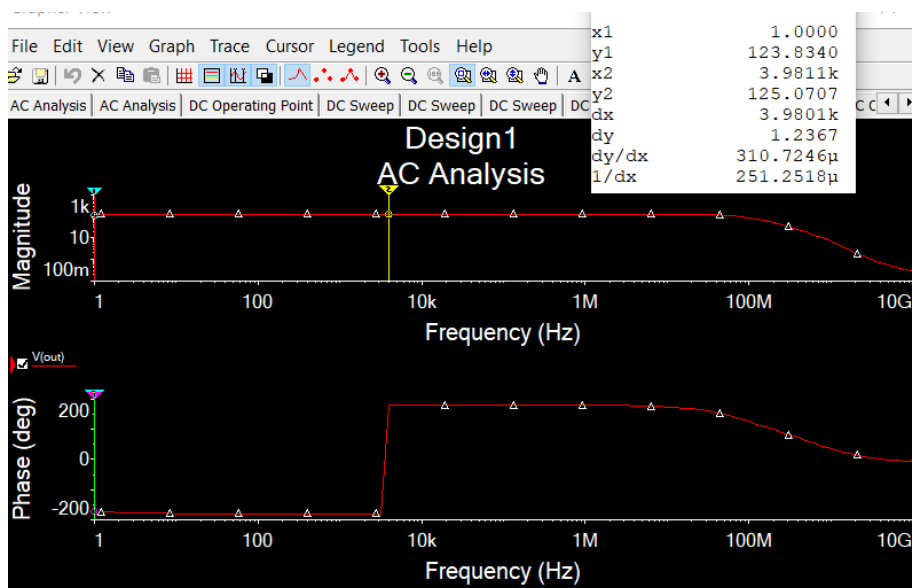
Отримали нову схему та тепер можемо зробити DC Analysis:

	Variable	Operating point value
1	V(1)	626.50768 m
2	V(out)	16.31686
3	I(Q1[IB])	2.99564 u
4	I(Q1[IC])	3.68314 m

Показники задовільні отже підключимо останню частину схеми



Як можемо бачити за AC Analysis

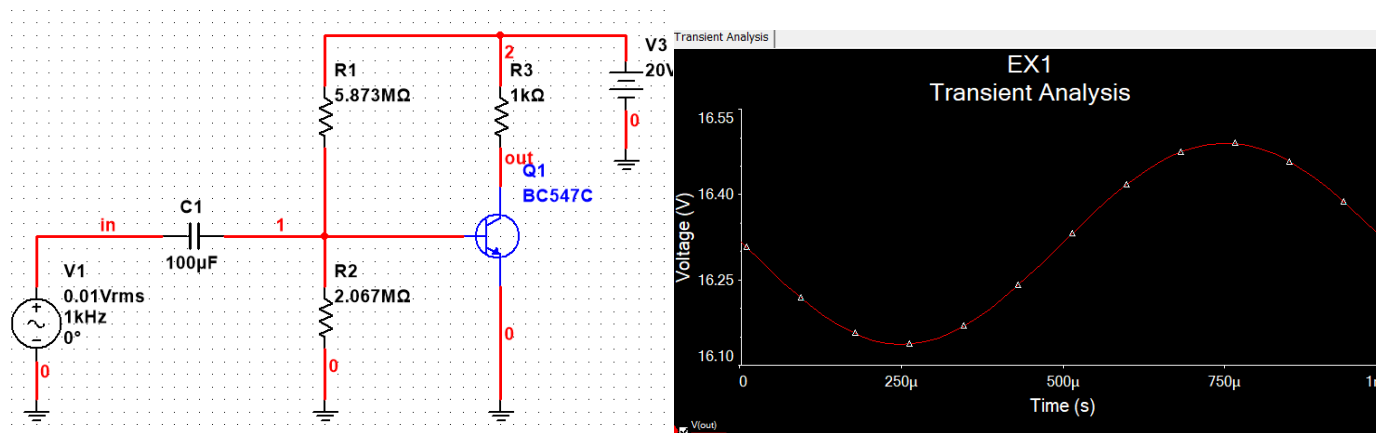


Отже коефіцієнт підсилення= 125

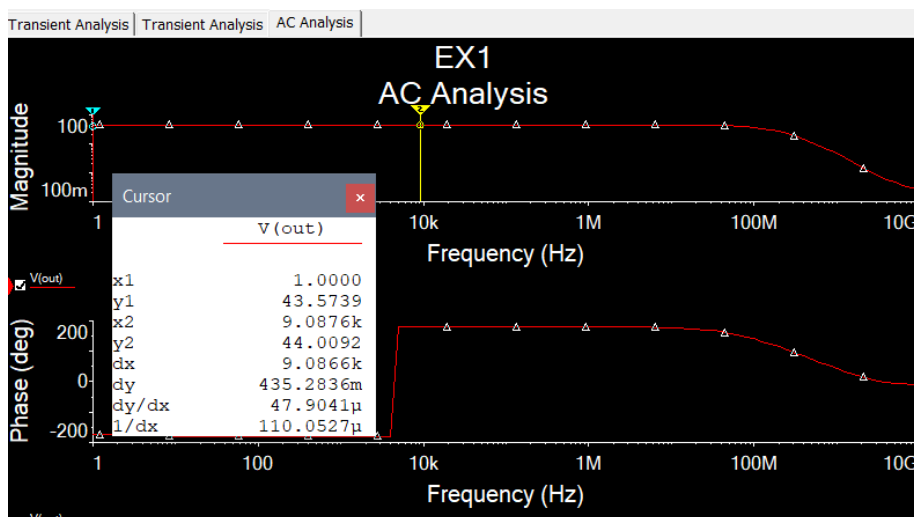
Тепер визначимо смугу пропускання та перейдемо в режим decibels

Верхня гранична частота отримується 92MHz

Можемо перевірити працездатність запустивши Transient Analysis. У результаті отримали синусоїду.



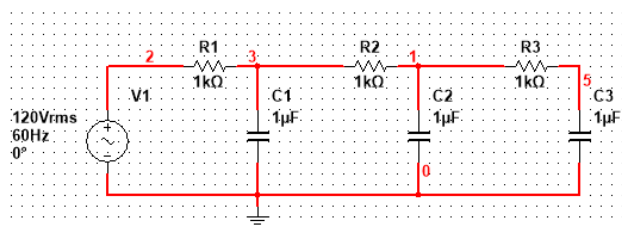
Також можемо трохи зменшити наш коефіцієнт підсилення підключивши ще один резистор на «out».

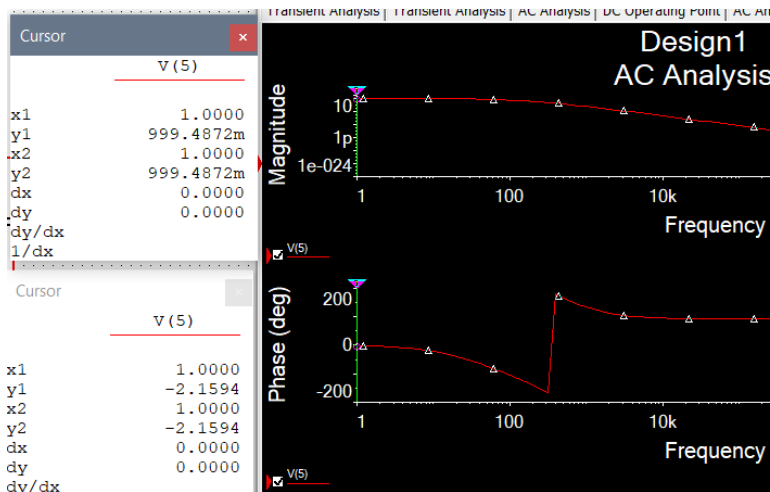


Запустивши AC Analysis можемо бачити що коефіцієнт підсилення становить 44

2. Зібрати схему, зображену на рис.2. Розрахувати теоретично та визначити шляхом моделювання (AC Analysis) граничну частоту фільтра. Розрахувати, на якій частоті буде самозбуджуватися автогенератор із 3 та 4 такими ланками в колі зворотного зв'язку.

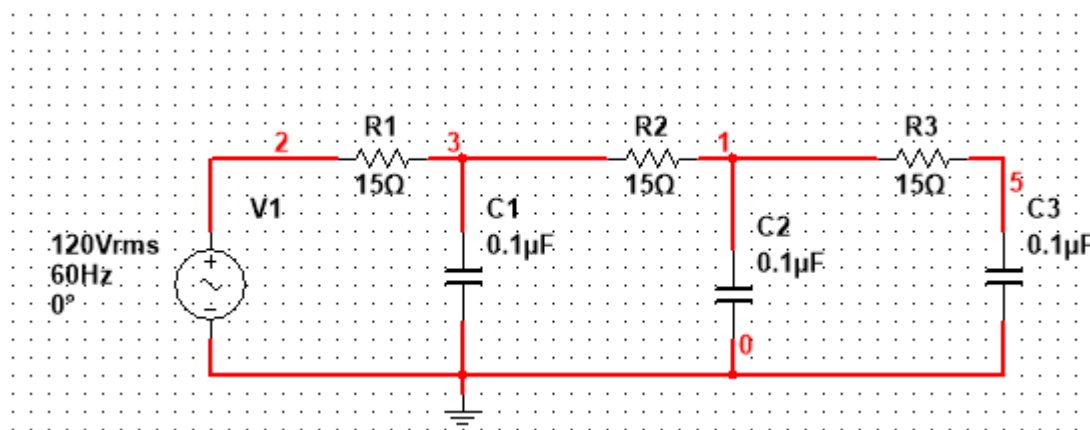
Зібрали фазово-обертальне коло:



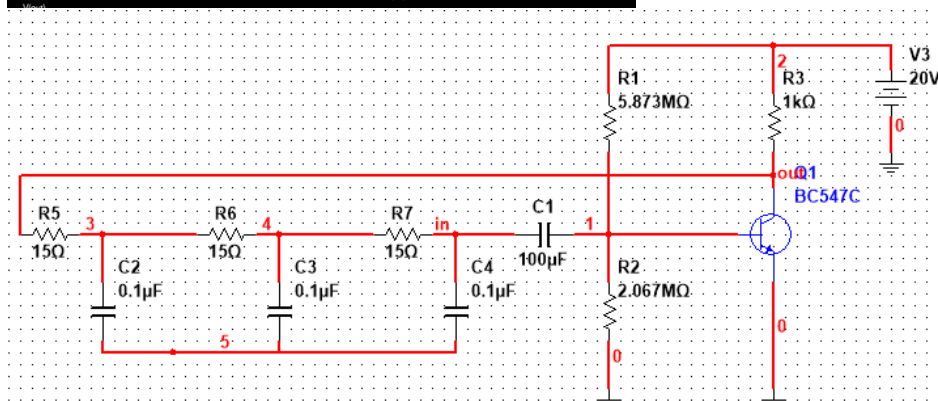
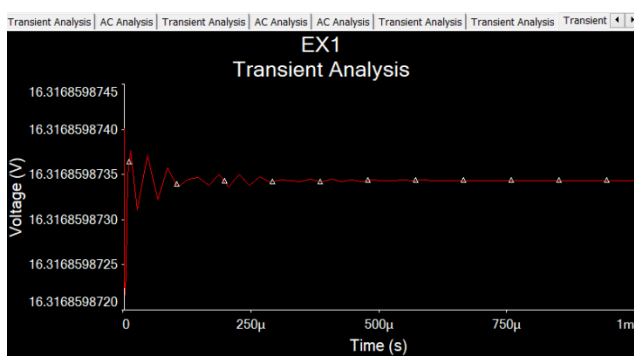


Отже 180° отримується на частоті 355Hz

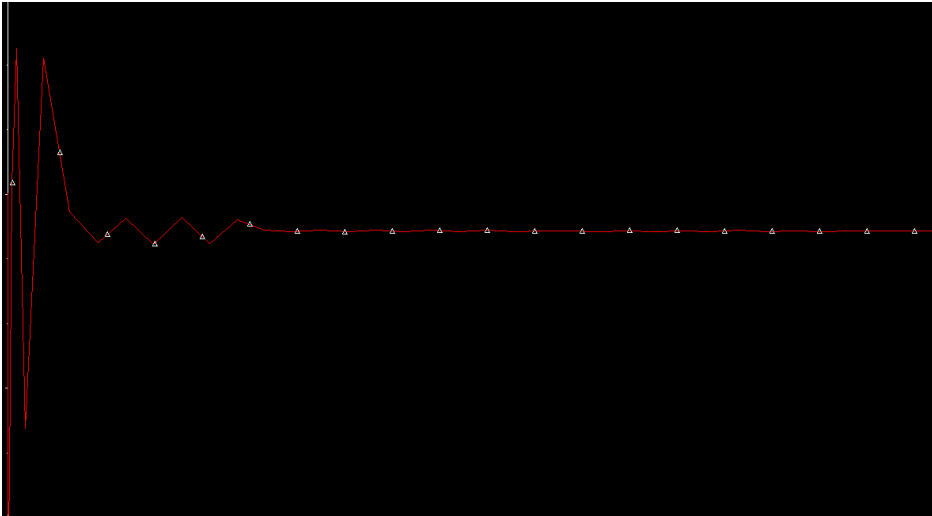
Змінюємо значення для резисторів та для ємності задля того щоб отримати для отримання нового значення коефіцієнта передачі ≈ 30 для виконання амплітудної умови ;



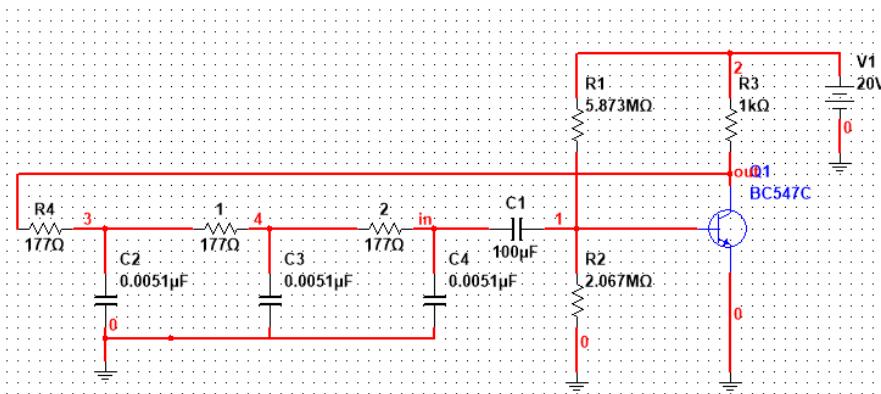
Зібрали схему і очікуємо отримати $\approx 285\text{kHz}$, запустивши Transient Analysis бачимо що генерації не відбувається і коливання затухають:



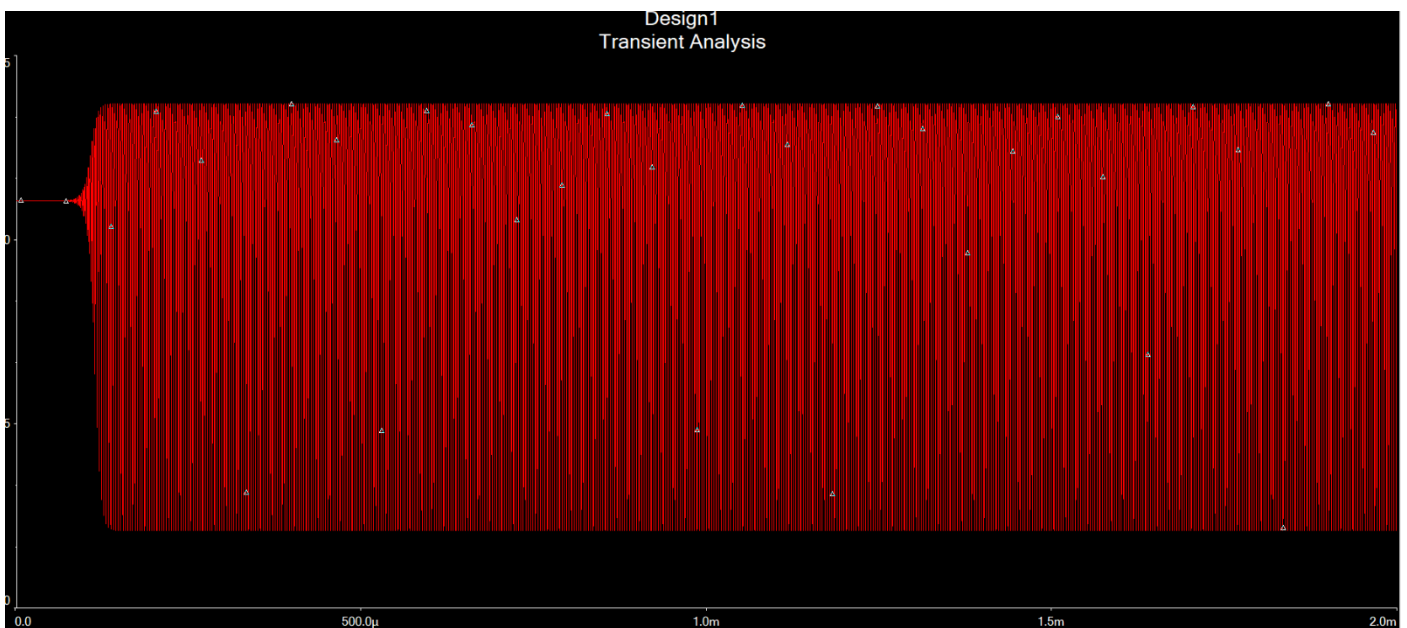
Спробуємо змінити вхідний опір ланцюга змінюючи номінали резисторів та ємностей. Спробуємо збільшити резистори і відповідно зменшуємо ємності для збереження частоти. Для перевірки знову робимо Transient Analysis

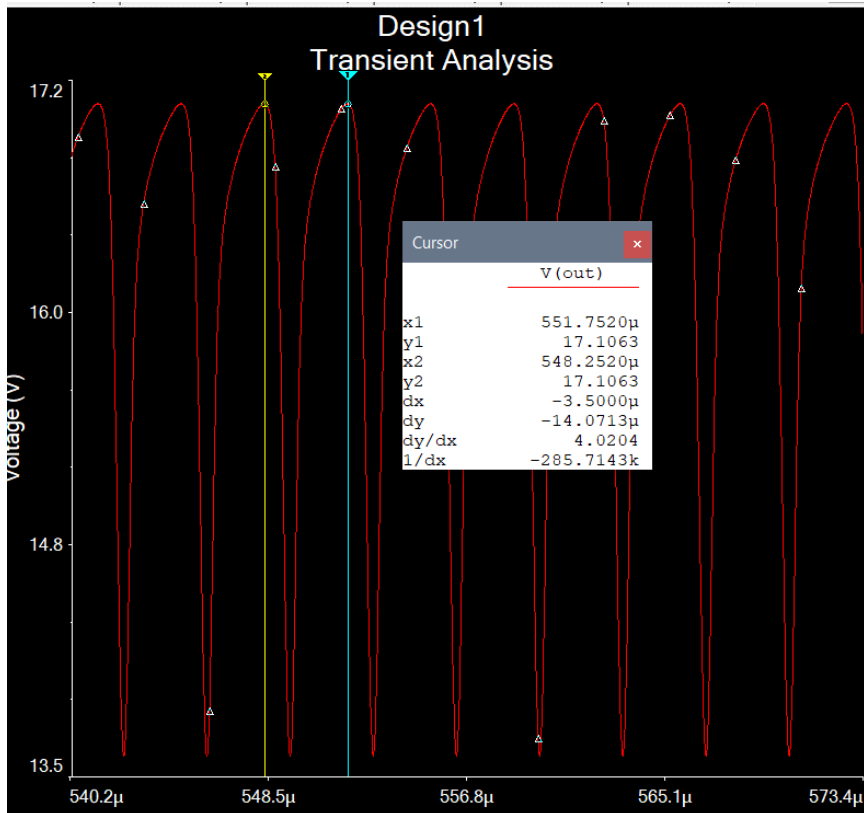


Як можемо бачити майже нічого не змінилось тому проводимо ще раз збільшення-зменшення

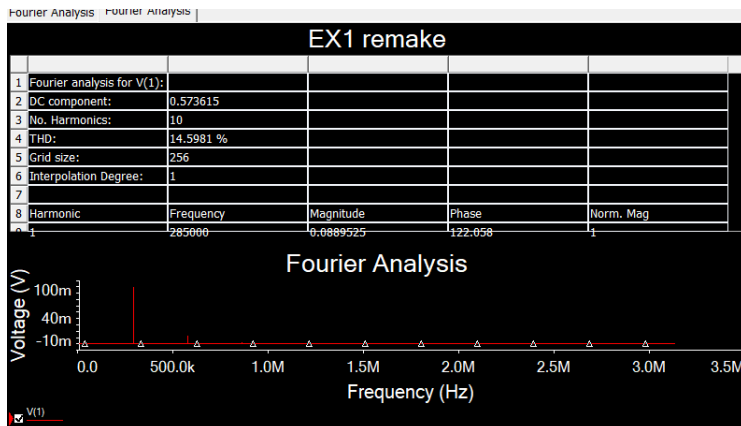


Після нових змін у резисторах та ємностях можемо ясно бачити що в нас коливання почали наростати утворюючи синусоїду.



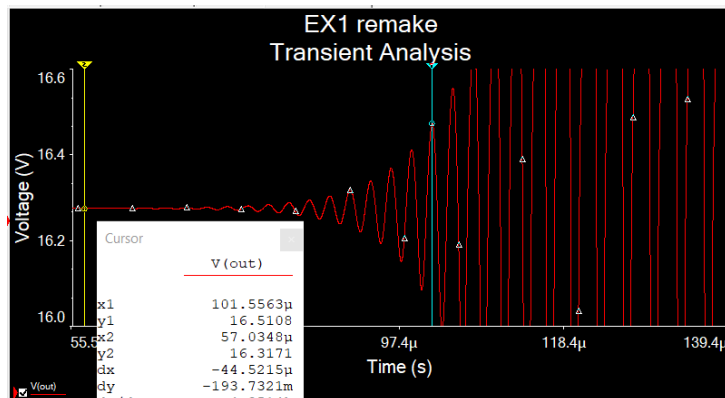


Бачимо що отримуємо частоту $\approx 285\text{kHz}$



Також запустивши Fourier Analysis
можемо визначити коефіцієнт
спотворення $\approx 15\%$

Також знайдемо інкремент наростання коливаний:



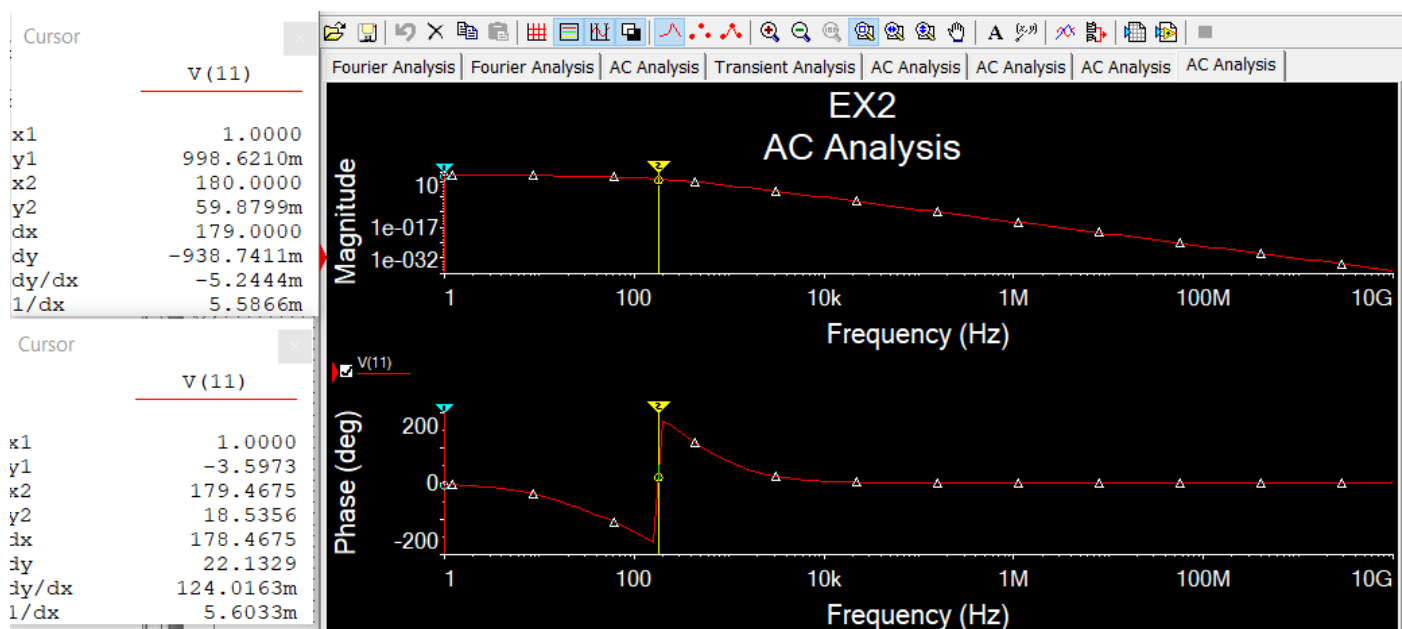
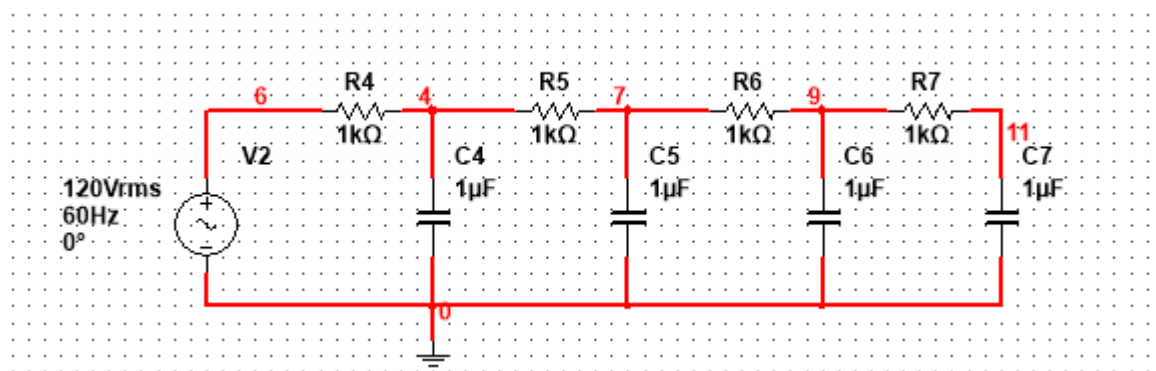
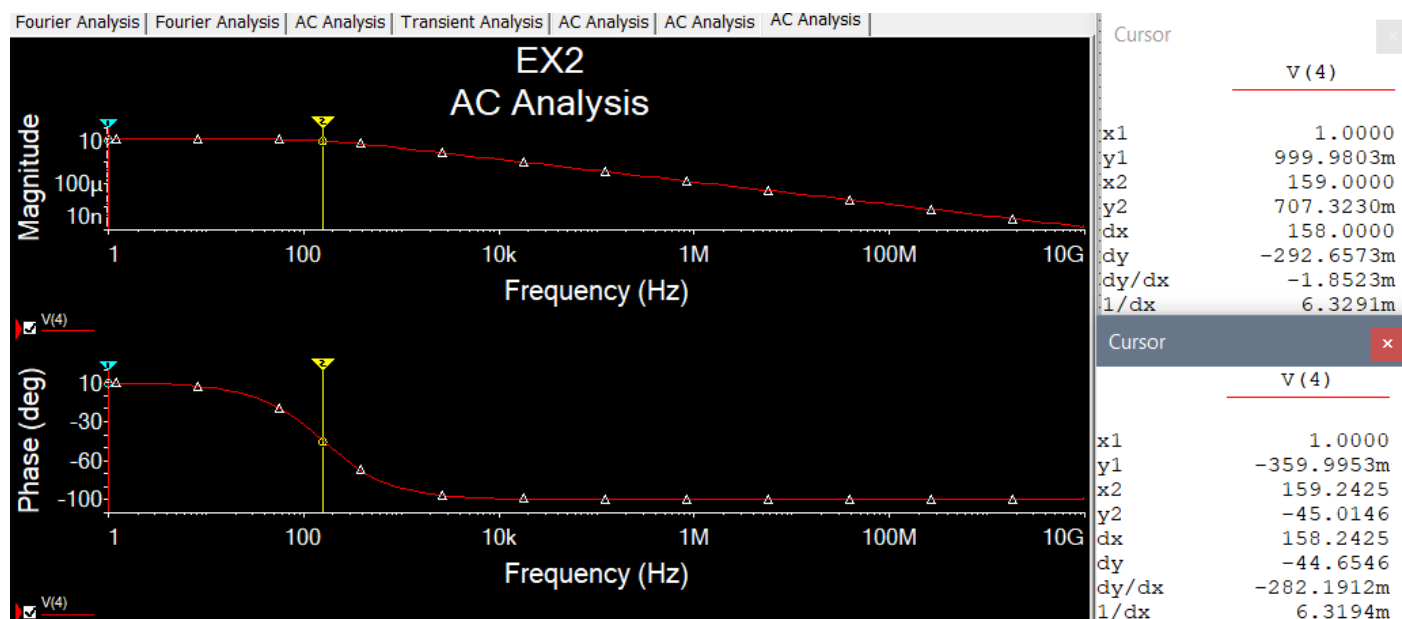
$$\frac{\ln(134)}{\ln(194)}$$

$$= \log_{194}(134)$$

Альтернативна форма
 $\approx 0,929759$

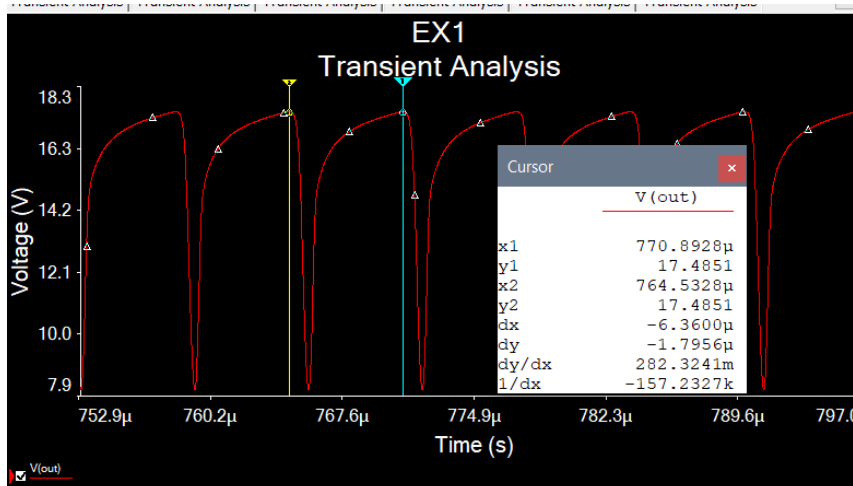
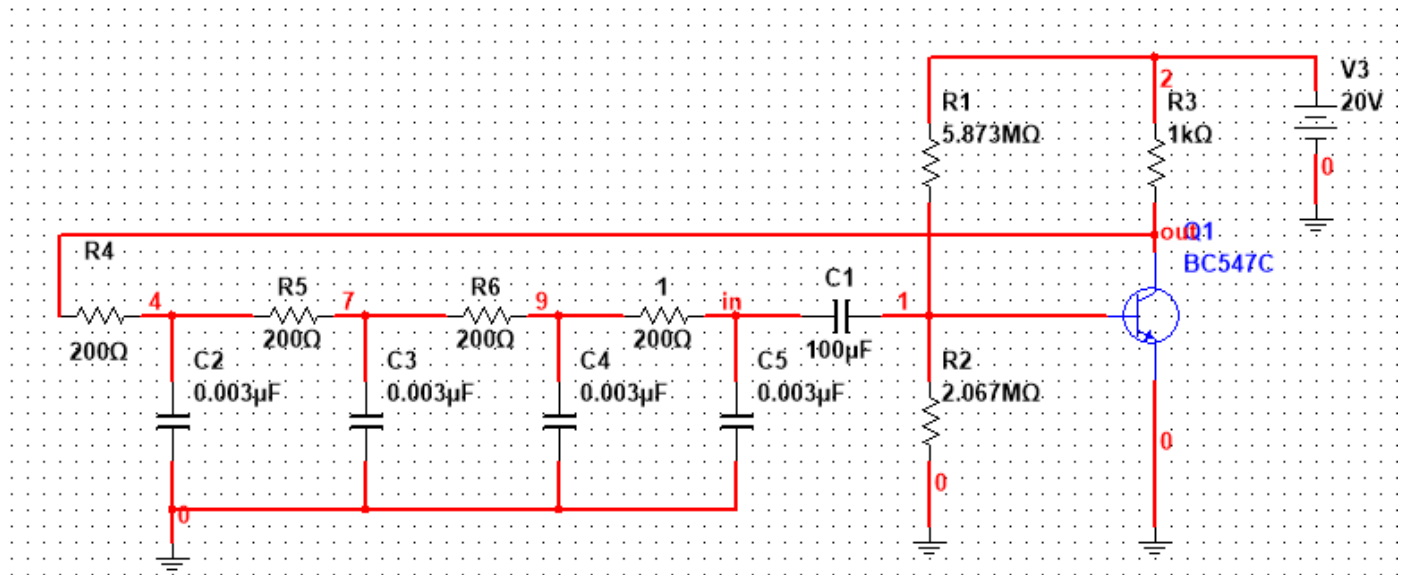
Інкремент $\approx 0,93$

4. Повторити п.3 для випадку 4 ланок у фазовообертальному колі.



Бажаємо отримати близько 180 kHz

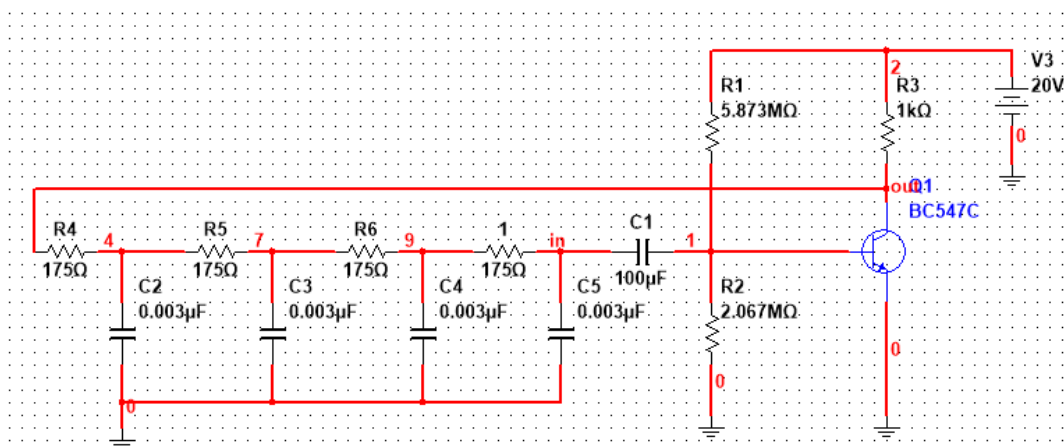
При даних значеннях резисторів та ємностей отримуємо такий результат та бачимо, що хоч коливання і не мають такого характеру затухання як до цього але, і не отримуємо бажаної генерації

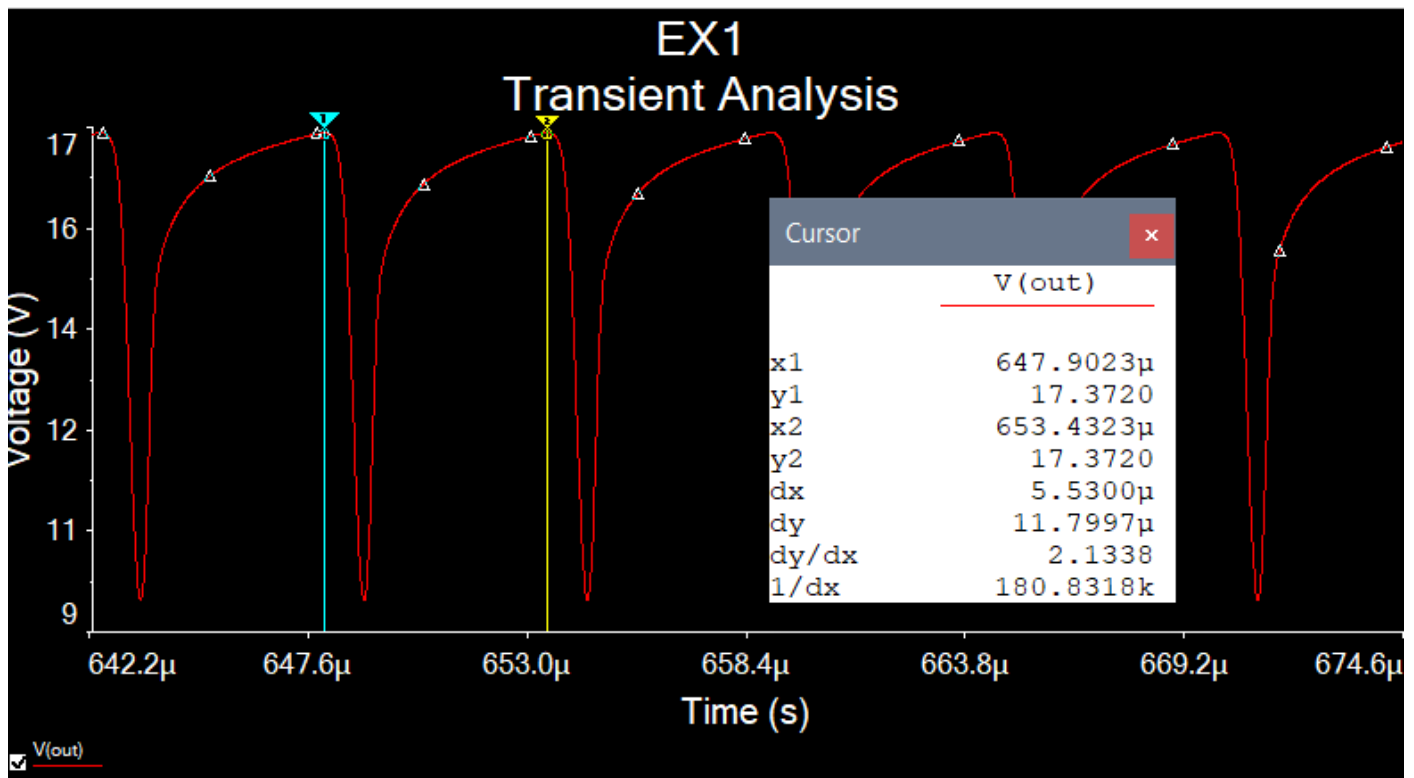


Якщо ми бажаємо отримати близько 180kHz розрахуємо за формулою:

Тоді на резистори встановимо по 175 Ома і на ємності 0,003 мікро Фарати.

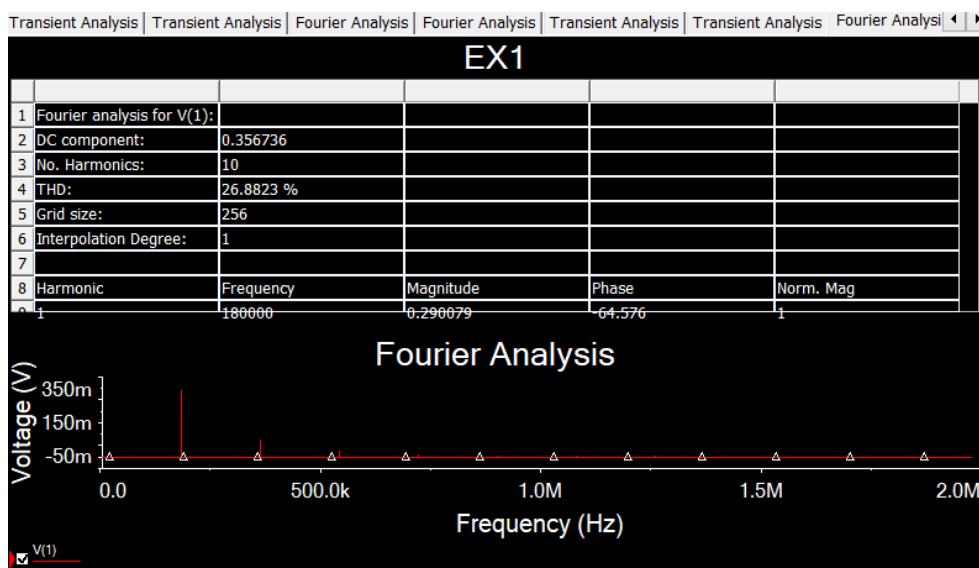
Перевіримо:





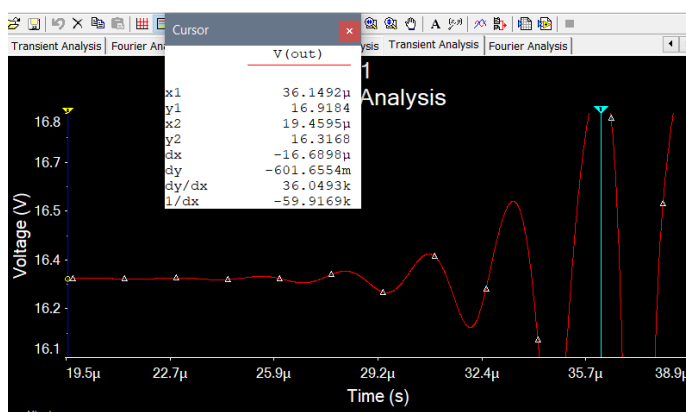
Змінівши опір змогли отримати бажану частоту коливаний $\approx 180\text{kHz}$

Тепер використовуючи Fourier Analysis знайдемо коефіцієнт спотворення



Зробивши Fourier Analysis отримали що коефіцієнт спотворення отримався $\approx 27\%$

Також тепер знайдемо інкремент наростання коливаний



$$\frac{\ln(16)}{\ln(36)}$$

$$= 2 \log_6(2)$$

Альтернативна форма
 $\approx 0,773706$

З цього встановлюємо що інкремент $\approx 0,77$

Висновки:

- Коефіцієнт підсилення: У процесі дослідження було досягнуто та налаштовано різні значення коефіцієнта підсилення, що показує можливість оптимізації схеми для конкретних потреб.
- Частота генерації: Вдалось отримати стабільну генерацію на бажаних частотах, змінивши параметри резисторів та конденсаторів, що підтверджує правильність розрахунків.
- Смуга пропускання: Визначення граничних частот показало ефективність RC-автогенератора для генерації низькочастотних сигналів.
- Спотворення та інкремент наростання коливань: Проведені аналізи дали уявлення про якість сигналу та стабільність генерації, виявивши можливі напрямки для покращення.