

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Фізичний факультет

Основи електроніки

ЗВІТ ПО ЛАБОРАТОРНІЙ РОБОТІ №5

ПІДСИЛЮВАЧІ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Роботу виконала

Гордєєва Софія

студентка 2 курсу

5-Б групи

Фізичного факультету

Київського національного університету

імені Тараса Шевченка

Київ 2021

ЗМІСТ

ВСТУП

1. Мета роботи

2. Методи вимірювання

РОЗДІЛ 1. Теоретичні відомості

1.1. Означення

1.2. Теорія

РОЗДІЛ 2 Практична частина

2.1. Заземлений емітер

2.2. Стандартний підсилювальний каскад

2.3. Диференціальний підсилювач

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

1. Мета роботи

Навчитися вимірювати коефіцієнт підсилення напруги електричних сигналів транзисторних підсилювальних каскадів за допомогою двоканального осцилографа, дослідити властивості транзисторних каскадів різних типів.

2. Методи вимірювання

Метод співставлення: одночасне спостереження вхідного та вихідного сигналів на екрані двоканального осцилографа із наступним вимірюванням і порівнянням їх параметрів.

РОЗДІЛ 1

Теоретичні відомості

1.1. Означення

Підсилювачі електричних сигналів – це електронні пристрої, що збільшують потужність (напругу, силу струму) вхідного сигналу без зміни його форми за рахунок енергії зовнішнього джерела живлення за допомогою підсилювальних елементів (наприклад, напівпровідникових приладів).

Підсилювальний каскад — підсилювач, який містить мінімальне число підсилювальних елементів (1–2 транзистори) і може входити до складу багатокаскадного підсилювача.

Коефіцієнт передачі за напругою K_U — відношення амплітуди вихідного напруги підсилювача до амплітуди вхідної.

1.2. Теорія

В залежності від співвідношення внутрішнього опору R_{BH} джерела сигналу, вхідного R_{BX} та вихідного R_{BIX} опорів підсилювача і опору навантаження R_H розрізняють три типи підсилювачів:

- підсилювач напруги, якщо $R_{BX} \gg R_{BH}$ та $R_{BIX} \ll R_H$
- підсилювач струму, якщо $R_{BX} \ll R_{BH}$ та $R_{BIX} \gg R_H$
- підсилювач потужності, якщо $R_{BX} \approx R_{BH}$ та $R_{BIX} \approx R_H$

Вхідний опір підсилювача $R_{BX} = \Delta U_{BX} / \Delta I_{BX}$.

Вихідний опір $R_{BIX} = \Delta U_{BIX} / \Delta I_{BIX}$

Спільний емітер

Найпростішим підсилювальним каскадом є каскад з колекторним навантаженням і заземленим емітером. У багатьох випадках є потреба підсилити невелику слабку змінну напругу так, щоб вихідний сигнал також залишався відносно малим (значно меншим за напругу живлення).

Для нормального функціонування підсилювача потрібно задати деякі початкові умови його роботи. По-перше, слід задати його режим за постійним струмом або, іншими словами, встановити початкове зміщення.

$U_{ке}=0$ (транзистор відкритий), $I_k = E/R_k$, друга точка – транзистор закритий, струм крізь навантаження відсутній ($I_k = 0$) і вся напруга джерела падає на транзисторі: $E = U_{ке}$.

Відношення зміни вихідної напруги підсилювача до відповідної зміни вхідної напруги називають коефіцієнтом підсилення за напругою K_u . Неважко показати, що для схеми підсилювача,

$$K_u = -\beta \cdot R_k / (r_b + \beta \cdot r_e) = -R_k / r_e,$$

де r_e – власний опір емітера, який виступає в ролі послідовного для емітерного кола у всіх транзисторних схемах, де $r_e = kT/(e \cdot I_k) = 25/I_k$.

Недоліки найпростішої схеми, розглянутої вище, можна усунути, побудувавши стандартний підсилювальний каскад.

Якщо величину опору резистора R_e в колі емітера обрати значно більшою, то можна позбутися від залежності коефіцієнта підсилення від температури і величини струму колектора, оскільки:

$$K_u = -R_k / (r_e + R_e) = -R_k / R_e.$$

Спільний колектор

Емітерний повторювач максимально спрощується, якщо для живлення використовувати джерело двохполярної напруги (рис.6). У цьому випадку відпадає потреба в ділянці $R1, R2$, оскільки при нульовому сигналі на вході вихідна напруга відрізняється лише на 0,6 В, чим нерідко можна знехтувати порівняно з напругою живлення. Також зникає потреба і в розділовому конденсаторі, оскільки нульовий сигнал на вході відповідає нулю початкового зміщення. Слід зазначити, що якщо опір підключеного відносно землі навантаження R_n дорівнює опору емітерного резистора R_e , то максимальна вихідна негативна напруга не може перевищити половини напруги живлення. Ця напруга тим менша, чим менший опір R_n .

Диференціальний підсилювач використовується для підсилення різниці двох вхідних сигналів. В ідеальному випадку вихідний сигнал не залежить від рівня кожного з вхідних сигналів, а визначається лише їх різницею. Запам'ятаємо кілька загальноприйнятих термінів: коли рівні сигналів на обох входах змінюються одночасно, то така зміна вхідного сигналу називається

синфазною. Корисний сигнал, як правило, подають на обидва вхідних виводи і називають *диференціальним* або *різницеvim*. Якісний диференціальний підсилювач характеризується високим *коефіцієнтом послаблення синфазного сигналу* (КПСС), який означають як відношення вихідного корисного сигналу до вихідного синфазного сигналу, за умови, що корисний і синфазний вхідні сигнали мають однакову амплітуду. Звичайно КПСС виражають в децибелах.

Чому дорівнює коефіцієнт підсилення цієї схеми? Його неважко визначити, якщо врахувати що прикладений до входу 1 сигнал відносно входу 2 виявляється двічі прикладеним до переходу база-емітер будь-якого транзистора, а струм одного з транзисторів збільшується настільки, наскільки зменшується струм іншого:

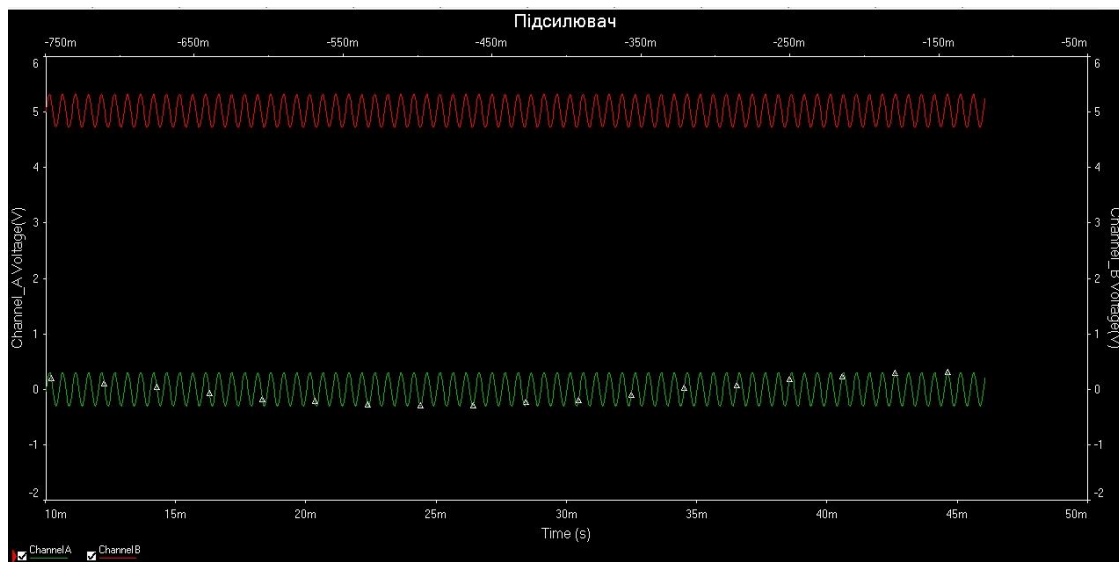
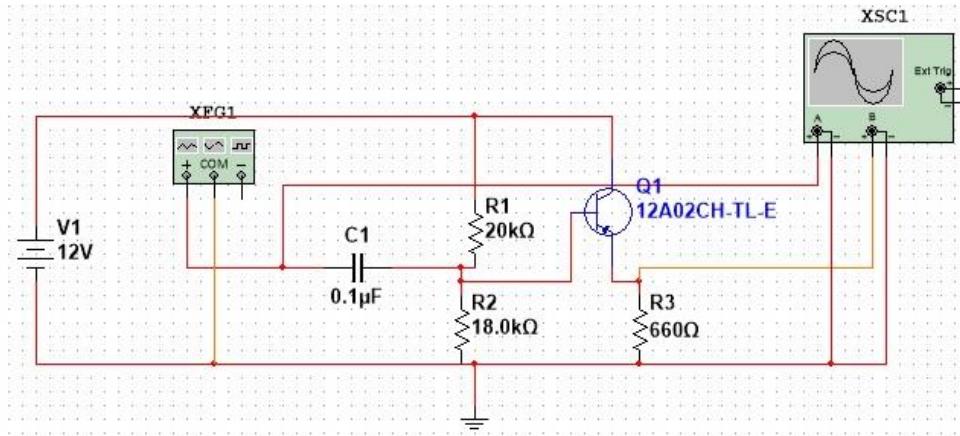
$$K_{\text{диф}} = R_k / 2(r_e + R_e).$$

РОЗДІЛ 2

Практична частина

2.1. Заземлений емітер

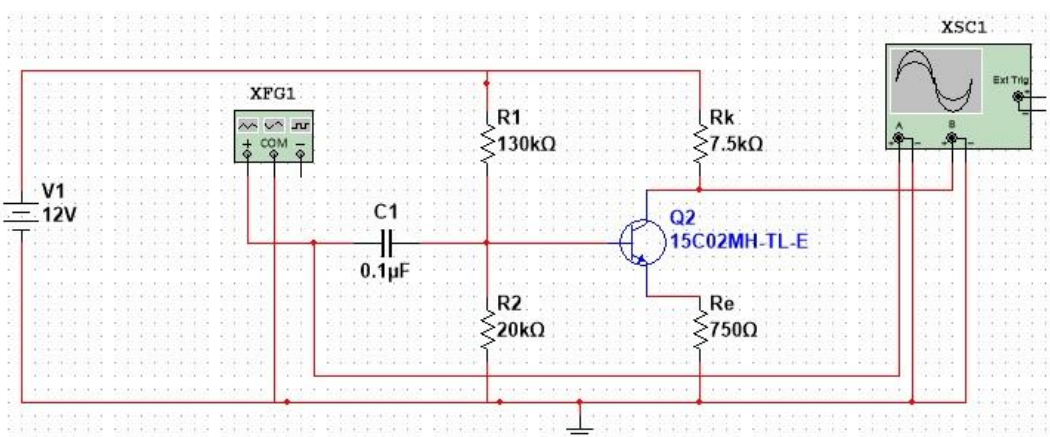
Схема

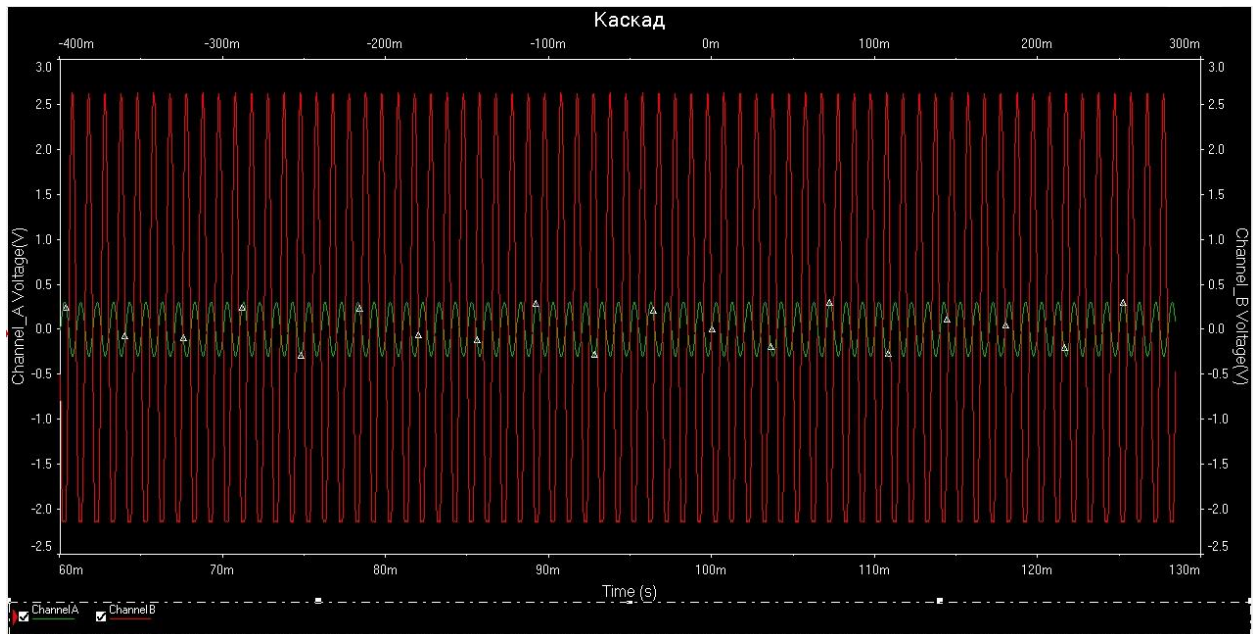


$K_u=1$, спотворення відбувається приблизно на 6В.

2.2. Стандартний підсилювальний каскад

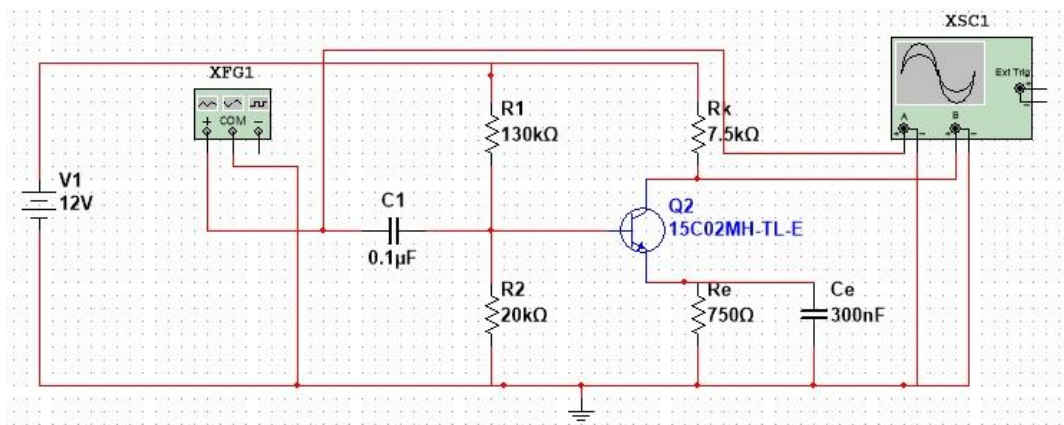
Схема



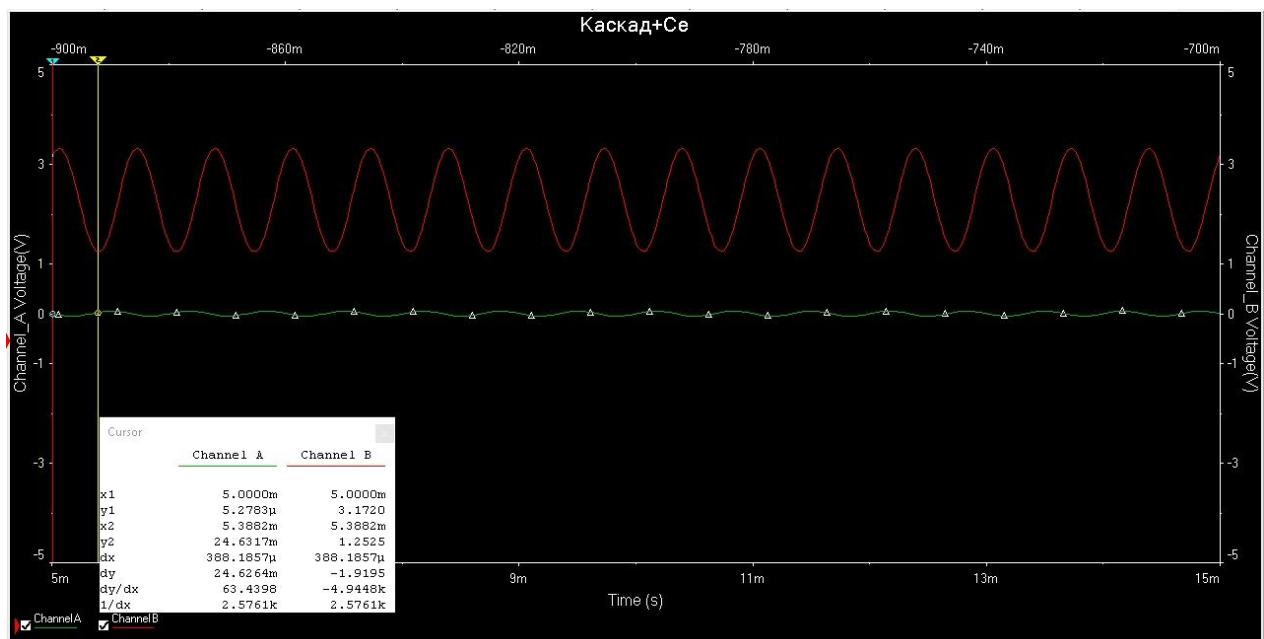


$K_u=10$, нехай $R_e=750\Omega$, тоді $R_k=10 \cdot 750=7.5k\Omega$.

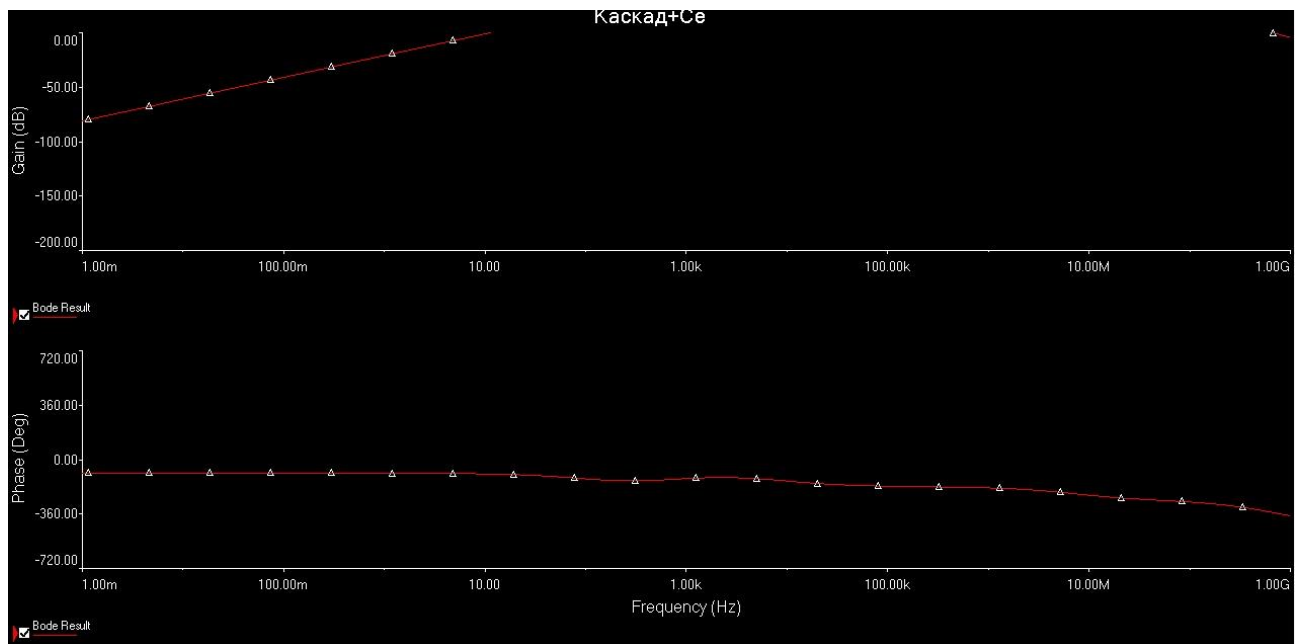
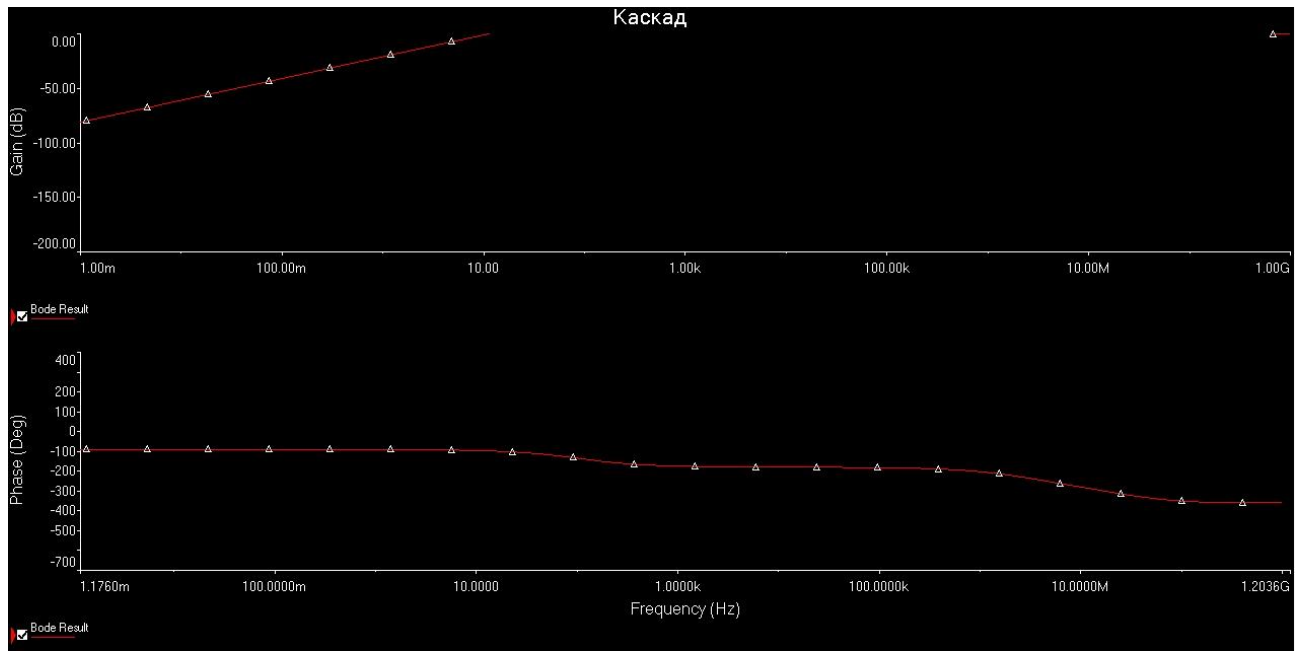
$I_k=E/(2R_k) = 12/(2 \cdot 7,5)=0.8 \text{ mA}$, $U_e=I_k R_e=0.6 \text{ V}$



$$\frac{1}{\omega C_e} < R_e, \quad \frac{1}{750} < 2\pi f \cdot 300 \cdot 10^{-9}, \quad f > 710 \text{ Hz}$$

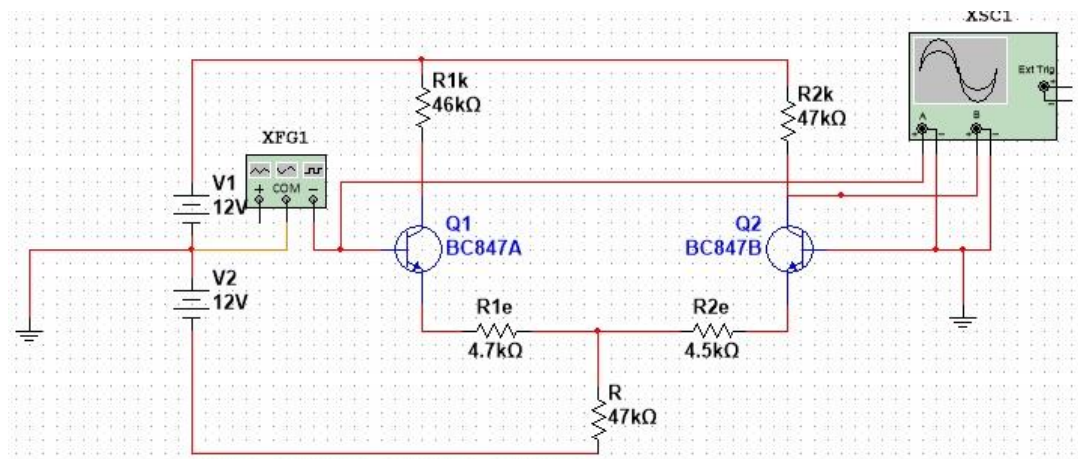


$$K_u = \frac{3.3 - 1.3}{0.1} = 20$$

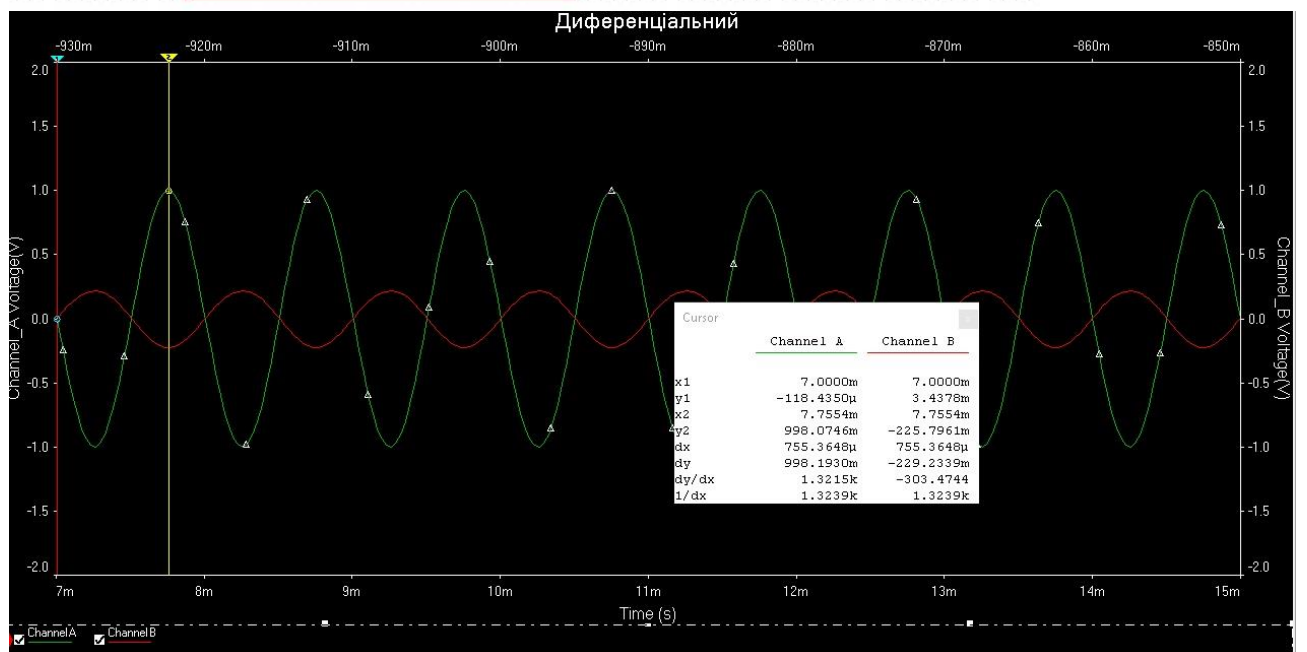
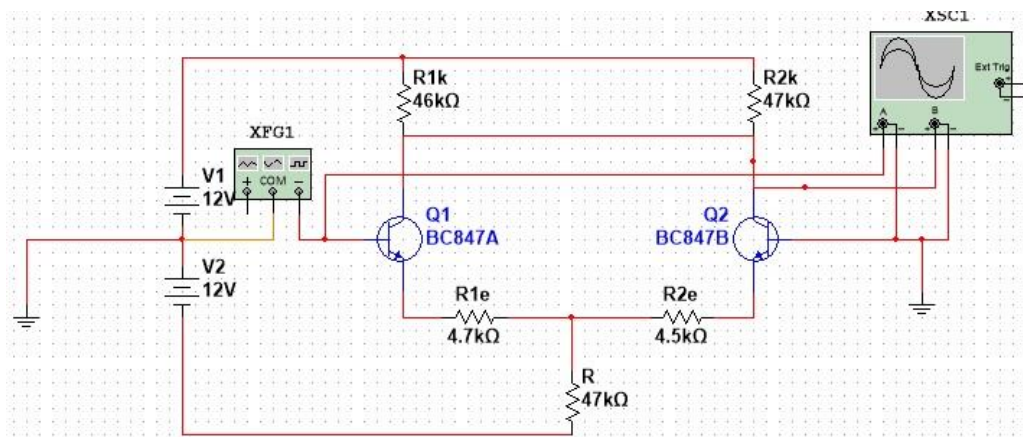
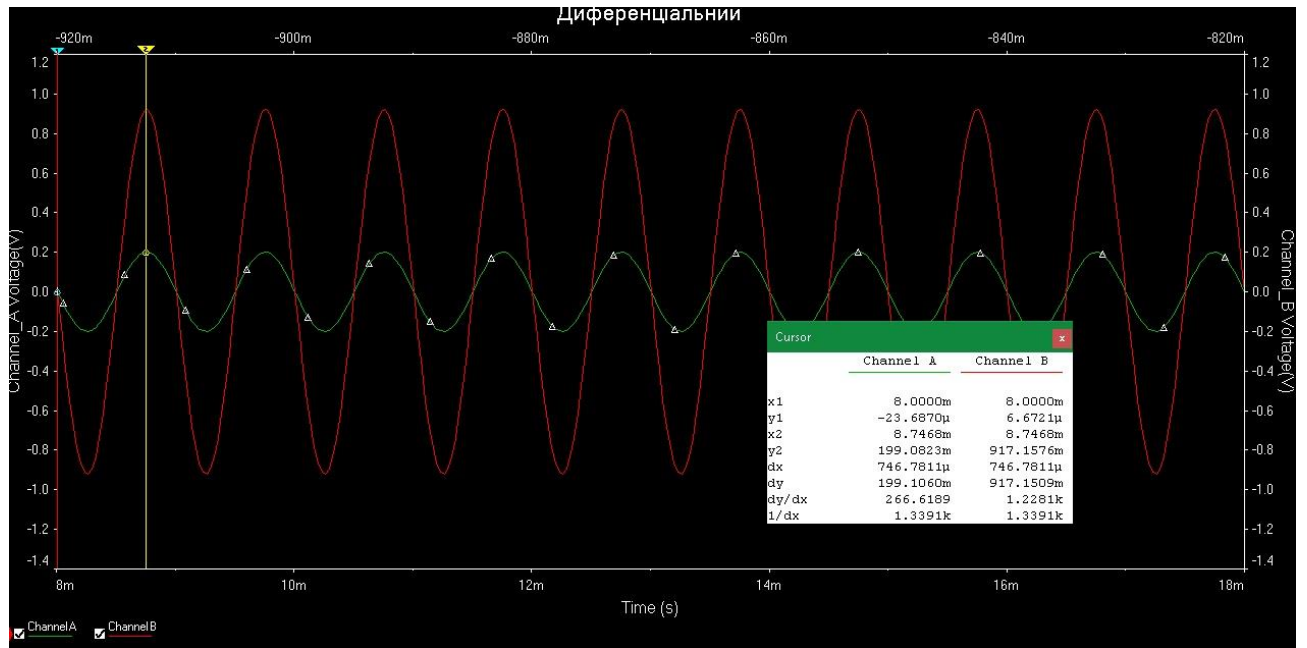


2.3. Диференціальний підсилювач

Схема



$$K_{\text{диф}} = \frac{0.9}{0.2} = 4.5$$



$$K_{\text{сиф}} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

$$\text{КПСС} = \frac{4.5}{0.5} = 9$$

ВИСНОВОК

Під час цієї лабораторної роботи ми склали схеми підсилювального каскаду із заземленим емітером та стандартного підсилювального каскаду, а також розрахували коефіцієнти підсилення; побудували диференціальний підсилювач та виміряли його коефіцієнт підсилення синфазного сигналу, який вийшов 9.

В результаті отримали $K_u=1$ для схеми із заземленим емітером, $K_u=10$ (і теоретично, і практично) для стандартного каскаду, та $K_u=20$ для стандартного каскаду з C_e , паралельно підключеним до R_e .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян “Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання”: Методичне видання. – К.: 2006.- с.
2. Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк, Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко. - К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с.