

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

СХЕМОТЕХНІКА ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ (Ч. 1)

Методичні вказівки

до лабораторних робіт

з дисципліни «Схемотехніка електронних апаратів (ч. 1)»

для студентів радіотехнічного факультету

Рекомендовано вченою радою радіотехнічного факультету

Київ

НТУУ «КПІ»

2012

Схемотехніка радіоелектронних апаратів (ч. 1) [Текст] : метод. вказівки до лаборатор. робіт з дисципліни «Схемотехніка радіоелектронних апаратів (ч. 1)» для студ. радіотехнічного ф-ту / Уклад.: М.О.Першин, А.В.Мовчанюк, Н.О. Іванюк - К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 36 с.

Гриф надано вченою радою радіотехнічного факультету НТУУ "КПІ"
(Протокол № ____ від _____)

Рекомендовано навчально-методичною комісією радіотехнічного факультету
(Протокол № ____ від _____)

На в ч а л ь н е в и д а н н я

Схемотехніка радіоелектронних апаратів (ч. 1)
Методичні вказівки
до лабораторних робіт
з дисципліни «Схемотехніка радіоелектронних апаратів (ч. 1)»
для студентів радіотехнічного факультету

Укладачі *Першин Микола Олексійович, ст. викладач*
Мовчанюк Андрій Валерійович, к.т.н. доц.
Іванюк Наталія Олександрівна, асистент

Відповідальний редактор *Рибін Олександр Іванович, д.т. н, проф.*

Рецензент *Шпилька Олександр Олександрович, к.т.н.*

За редакцією укладачів

НТУУ «КПІ»
Радіотехнічний факультет
03056, Київ, вул. Політехнічна, 12, корп. 17
Тел./факс (044) 454-92-93

ВСТУПНІ ЗАУВАЖЕННЯ

Цикл лабораторних робіт по курсу «Схемотехніка радіоелектронних апаратів (ч. 1)» включає чотири лабораторні роботи.

Для допуску до лабораторної роботи студенту необхідно перед кожною роботою виконати контрольне завдання. Якщо завдання не виконане (незадовільна оцінка), то студент до лабораторної роботи не допускається.

Оцінювання знань студентів проводиться у відповідності з рейтинговою системою.

Лабораторні роботи виконуються студентами в складі шести або восьми бригад.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема роботи: Вимірювання параметрів підсилювача звукових частот

Мета роботи: Вивчення методів проведення електричних вимірювань параметрів підсилювача звукових частот (ПЗЧ), вимірювання параметрів ПЗЧ, перевірка відповідності досліджуваного підсилювача встановленим нормам.

1. ЗМІСТ РОБОТИ

- 1.1. Вимірювання максимальної вихідної потужності підсилювача.
- 1.2. Вимірювання коефіцієнта підсилення за напругою.
- 1.3. Вимірювання амплітудної характеристики (АХ).
- 1.4. Вимірювання амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) ПЗЧ.
- 1.5. Вимірювання вхідного опору ПЗЧ.
- 1.6. Вимірювання залежності коефіцієнта нелінійних спотворень (КНС) від рівня вхідного сигналу.

2. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Об'єктом вимірювань служить макет ПЗЧ. Схема електрична принципова підсилювача наведена на рис. 1.

Методика вимірювань основних параметрів ПЗЧ викладена у ГОСТ 23849-87. Вимірювання параметрів проводять згідно схеми вимірювань наведеної на рис. 1. При вимірюванні вхідного опору генератор звукових частот підключають до входу ПЗЧ згідно рис. 2. При вимірюванні КНС

прилади до виходу ПЗЧ підключають згідно рис. 3. Опір внутрішнього навантаження підсиювача $R_H=4\text{ Ом}$.

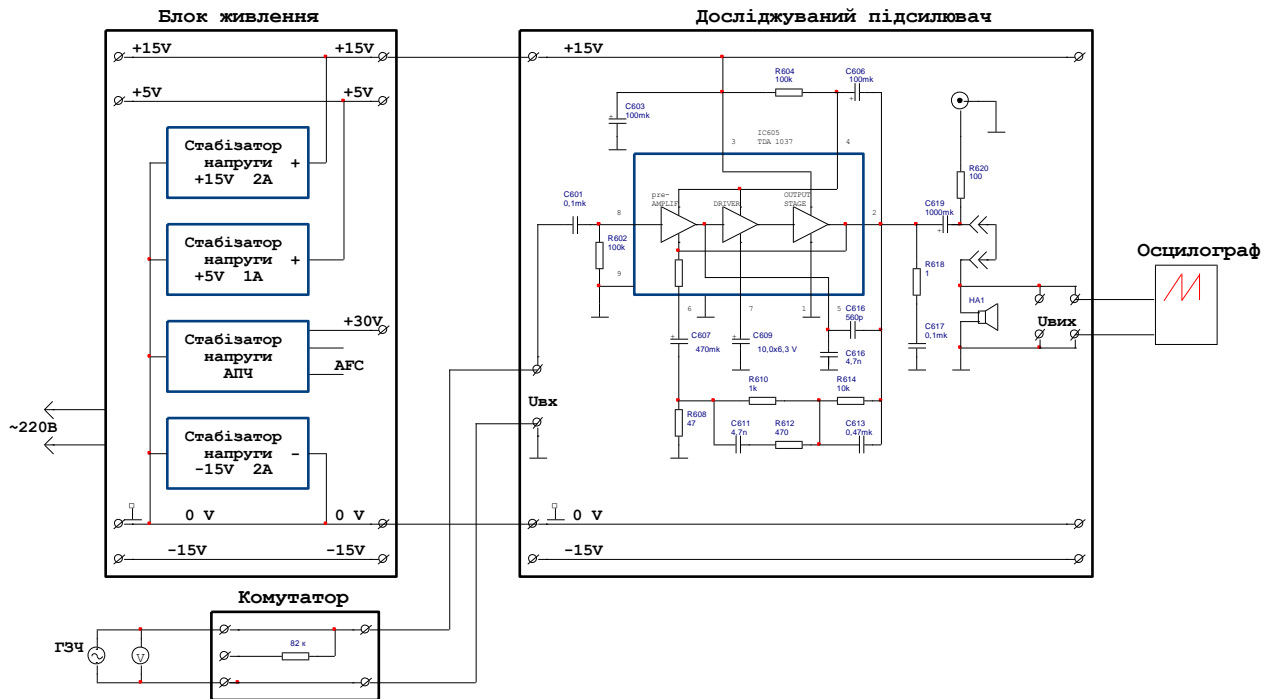


Рис. 1

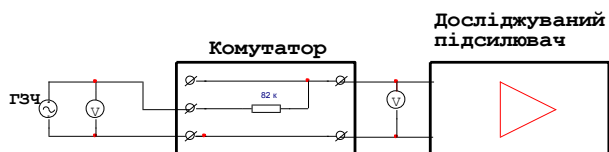


Рис. 2

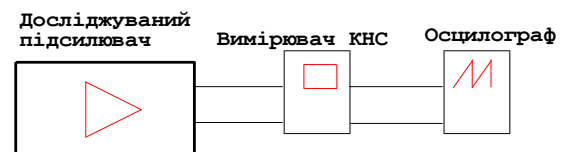


Рис. 3

3. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

3.1. Ознайомитися з структурною схемою вимірювань та принциповою схемою ПЗЧ.

3.2. Ознайомитися з вимогами ГОСТ 24388-88 до побутових ПЗЧ.

3.3. Ознайомитися з методами електричних вимірювань по параметрах пп. 1.1 - 1.7, що викладені в ГОСТ 23849-87.

4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинний містити:

- 4.1. Програму виконання лабораторної роботи.
- 4.2. Короткий опис методики проведення вимірювань.
- 4.3. Структурні схеми проведення вимірювань з указівкою типів і номерів використаної апаратури.
- 4.4. Результати вимірювань (значення параметрів, таблиці, графіки і т.д.).
- 4.5. Висновки по кожному пункту вимірювань.

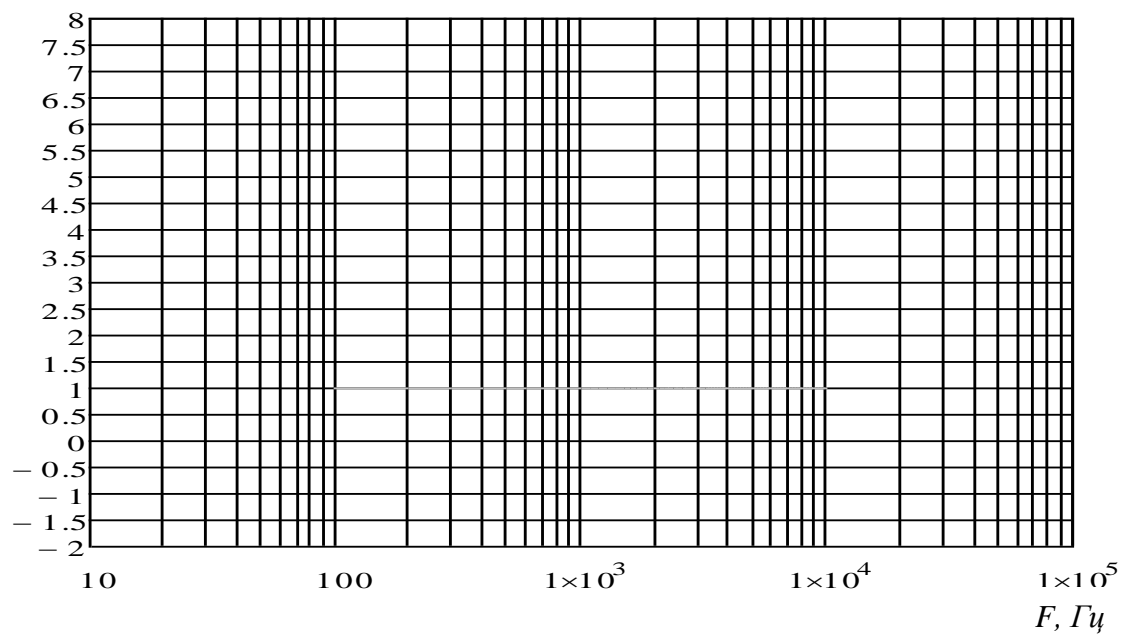
5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

- 5.1. Що таке коефіцієнт підсилення, які є види коефіцієнтів підсилення, як їх вимірюють?
- 5.2. Що таке максимальна, номінальна вихідна потужність підсилювача?
- 5.3. Що таке амплітудна характеристика? Наведіть типову форму АХ.
- 5.4. Що таке амплітудно-частотна характеристика? Наведіть типову форму АЧХ резистивного підсилювача. Якими елементами визначається спад АЧХ в області нижніх та верхніх частот?
- 5.5. Що таке вхідний опір ПЗЧ? Методи його вимірювання.
- 5.6. Що таке нелінійні спотворення? Назвіть причини виникнення нелінійних спотворень та методи їх зменшення.

ДОДАТКИ

Додаток 1

$$\frac{K(F)}{K_{1\kappa\Gamma\mathcal{U}}}, \text{дБ}$$



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 1

**"ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПІДСИЛЮВАЧА ЗВУКОВИХ
ЧАСТОТ"**

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи _____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема роботи: Дослідження параметрів підсилювача з негативним зворотним зв'язком

Мета роботи: Дослідження впливу негативного зворотного зв'язку (НЗЗ) на параметри та характеристики підсилювача з активним навантаженням.

1. ЗМІСТ РОБОТИ

1.1. Вимірювання параметрів підсилювача при активному навантаженні без НЗЗ:

- вимірювання коефіцієнта підсилення;
- вимірювання коефіцієнта гармонік;
- вимірювання нестабільності коефіцієнта підсилення при зміні напруги джерела живлення;
- вимірювання вхідного активного опору підсилювача;
- амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) в інтервалі частот 40 Гц ... 20 кГц.

1.2. Вимірювання параметрів підсилювача при активному навантаженні з послідовним НЗЗ за напругою у відповідності до пункту 1.1.

1.3. Вимірювання параметрів підсилювача при активному навантаженні з послідовним НЗЗ за струмом у відповідності до пункту 1.1.

1.4. Вимірювання параметрів підсилювача при активному навантаженні з паралельним НЗЗ за напругою у відповідності до

пункту 1.1.

1.5. Вимірювання параметрів підсилювача при активному навантаженні з паралельним НЗЗ за струмом у відповідності до пункту 1.1.

1.6. Аналіз отриманих результатів.

2. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Об'єктом вимірювань служить макет чотирикаскадного підсилювача звукових частот (ПЗЧ). Схема електрична принципова підсилювача наведена на рис. 1.

Перемикач S1 здійснює підключення петлі НЗЗ до входу підсилювача та одночасно зміну фази напруги: при послідовному НЗЗ петля підключається до емітера, а при паралельному – до бази першого каскаду підсилювача. Перемикачем S2 здійснюється комутація петлі НЗЗ: 1-ше положення – без НЗЗ, 2-ге положення – НЗЗ за напругою, 3-тє – НЗЗ за струмом. Перемикачем S3 змінюється характер опору навантаження підсилювача: в положенні 1 активне, в положенні 2 комплексне ємнісного характеру, в положенні 3 комплексне індуктивного характеру. Перемикач S4 здійснює зменшення напруги джерела живлення.

Методика вимірювань основних параметрів ПЗЧ викладена у ГОСТ 23849-87. Вимірювання параметрів проводять згідно схеми вимірювань наведеної на рис. 1. При вимірюванні вхідного опору генератор звукових частот підключають до входу ПЗЧ згідно рис. 2. При вимірюванні КНС прилади до виходу ПЗЧ підключають згідно рис. 3.

Максимальна неспотворена потужність в навантаженні без НЗЗ визначається по осцилографу і встановлюється так, щоб вихідна напруга була доведена до початку сплюснення вершини синусоїди. При введенні

петлі НЗЗ максимальна неспотворена потужність повинна бути рівною потужності без НЗЗ. Цього досягають збільшенням вхідного рівня сигналу.

Нестабільність підсилення при зміні напруги живлення потрібно визначати за формулою

$$\Delta K_0 / K_0 = (U_{\text{вх}1} - U_{\text{вх}2}) / U_{\text{вх}1}$$

де цифри 1, 2 індексів відповідають положенням перемикача S4 (див. схему макету).

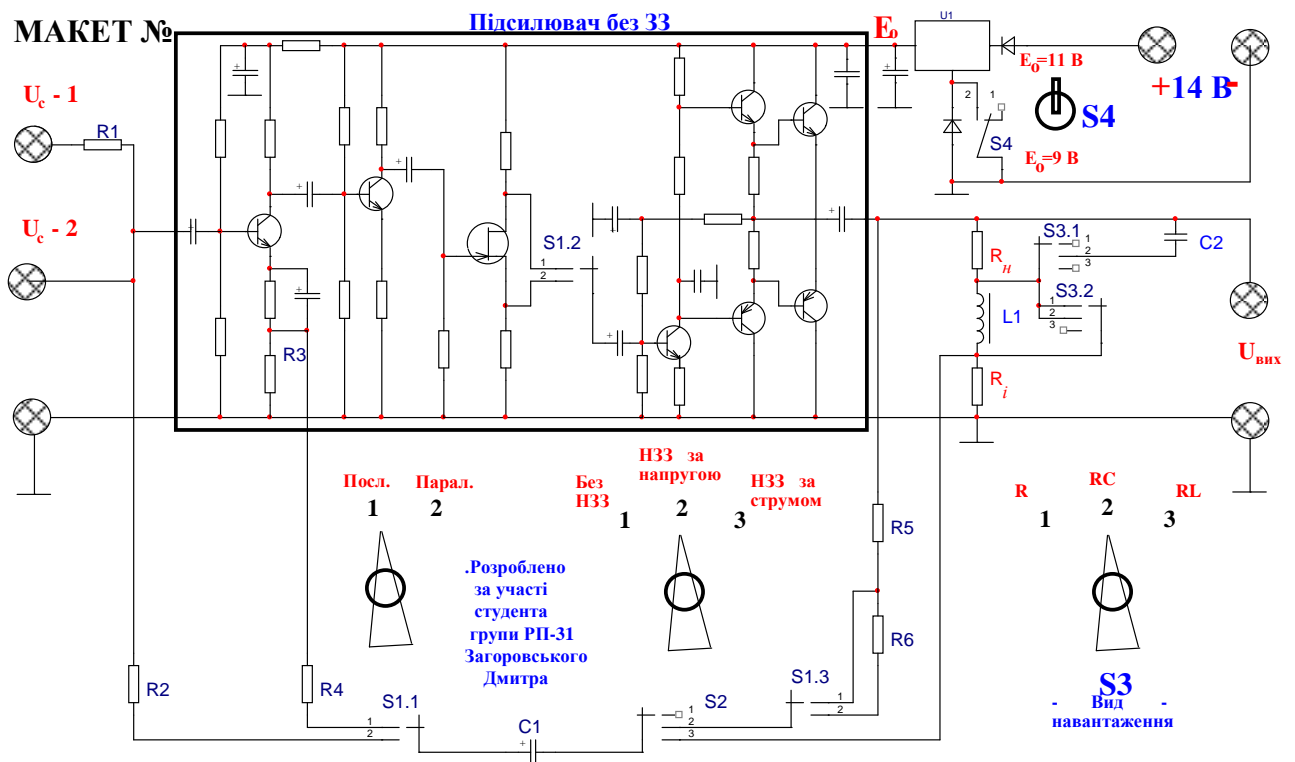


Рис. 1

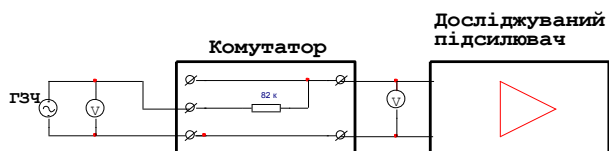


Рис. 2

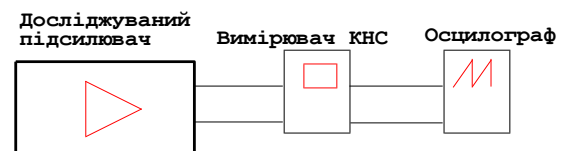


Рис. 3

3. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

3.1. Ознайомитися з структурною схемою вимірювань та принциповою схемою ПЗЧ.

3.2. Ознайомитися з вимогами ГОСТ 24388-88 до побутових ПЗЧ.

3.3. Ознайомитися з методами електричних високочастотних вимірювань по параметрах пп. 1.1 - 1.7, що викладені в ГОСТ 23849-87.

3.4. Ознайомитися з вимірювальною апаратурою, необхідної для проведення роботи.

4. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинний містити:

4.1. Програму виконання лабораторної роботи.

4.2. Короткий опис методики проведення вимірювань.

4.3. Структурні схеми проведення вимірювань з указівкою типів і номерів використаної апаратури.

4.4. Результати вимірювань (значення параметрів, таблиці, графіки і т.д.). Висновки по кожному пункту вимірювань.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1. Що таке зворотний зв'язок (негативний, позитивний)?

5.2. Що таке зворотний зв'язок послідовний, паралельний? Наведіть структурні схеми.

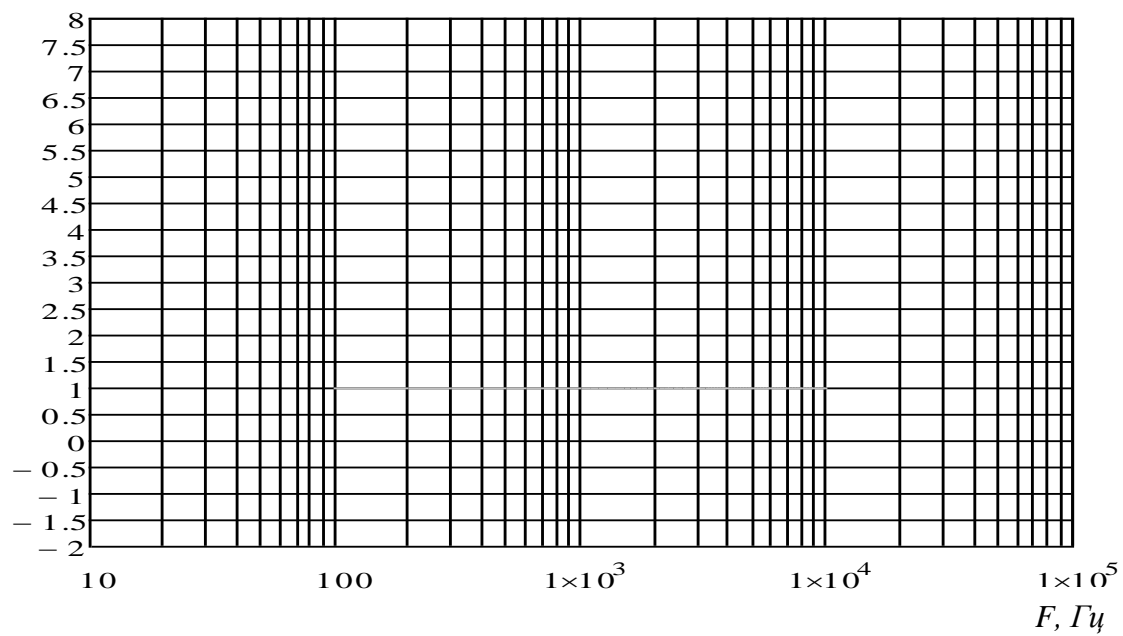
5.3. Що таке зворотний зв'язок за напругою, струмом? Наведіть структурні схеми.

5.4. Як впливають різні види НЗЗ на основні параметри підсилювача?

ДОДАТКИ

Додаток 1

$$\frac{K(F)}{K_{1\kappa\Gamma\mathcal{U}}}, \text{дБ}$$



НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 2

" ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПІДСИЛЮВАЧА З

НЕГАТИВНИМ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ"

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи ____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема роботи: Дослідження схем зміщення транзисторних каскадів.

Мета роботи: Дослідження схем зміщення транзисторних каскадів та залежності режиму їх роботи від нестабільності напруги живлення.

1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Підсилювальні і частотні властивості транзисторного підсилювача істотно залежать від режиму роботи транзистора за постійним струмом (в робочій точці). Робочу точку зручно характеризувати такими величинами:

$I_{к0}$ — постійним струмом колектора, що залежить від струму бази $I_{б0}$, який в свою чергу залежить від напруги $E_{бе}$ на базовому переході транзистора та коефіцієнта підсилення постійного струму β , а саме $I_{к0} = \beta I_{б0}$;

$E_{ке}$ — постійною напругою колектор-емітер на транзисторі.

У робочому підсилювальному режимі $E_{ке} > 0,5$ В, параметри транзистора визначаються в основному струмом $I_{к0}$ і мало залежать від $E_{ке}$. Вибір номінального значення $I_{к0}$ визначається призначенням каскаду і для малопотужних каскадів попереднього підсилення в макетах $I_{к0} = 1 \dots 2$ мА. При цьому необхідне зміщення $E_{бе} \approx 0,6-0,7$ В на $p-n$ переходах транзистора забезпечується за допомогою резисторів, які і визначають значення $E_{бе}$ або $I_{б0}$. Тому стабільність режиму роботи підсилювального каскаду в значній мірі залежить від стабільності значення напруги живлення резисторів зміщення і оцінюється струмовою чутливістю (стабільністю) $S = \frac{\Delta I_{к0} / I_{к0 \text{ ном}}}{\Delta E_{ж} / E_{ж \text{ ном}}}$,

де $\Delta I_{к0} = I_{к0 \text{ ном}} - I_{к0 \text{ 12 В}}$, $\Delta E_{ж} = E_{ж \text{ ном}} - E_{ж}$.

При розрахунках напругу $E_{\text{бе}}$ прийняти рівною 0,65 В. Досліджувані схеми зміщення транзисторних каскадів приведені на рис. 1.

2. ЗМІСТ РОБОТИ

2.1. Домашній розрахунок елементів 8-ми схем зміщення (рис. 1). Висхідні дані індивідуально для кожної бригади наведено в табл. 1. Результати розрахунків при $E_{\text{ж ном}}=9$ В занести в таблицю 2.

2.2. Вимірювання нестабільності режиму роботи підсилювального каскаду при зміні напруги живлення.

2.3. Порівняльний аналіз схем зміщення.

3. СТИСЛІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Об'єктом вимірювань служить універсальний макет підсилювального каскаду з набірним полем. Схема електрична принципова робочого місця, лабораторного макета, спрощене розташування гніздових елементів на панелі макета наведені на рис. 2, змінні елементи у вигляді вилок встановлюються в гніздові елементи у відповідності з досліджуваною схемою 1-8.

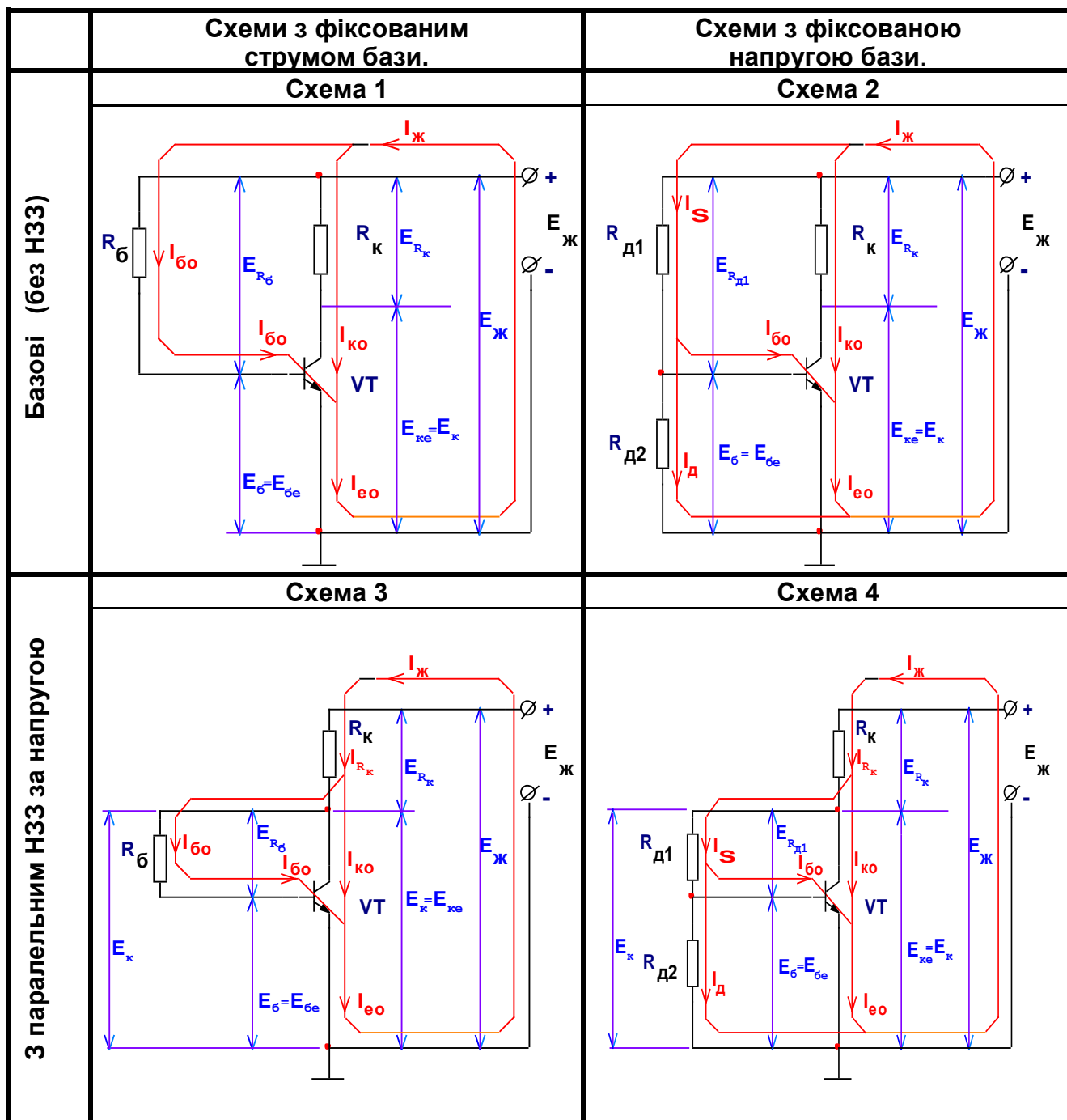


Рис. 1

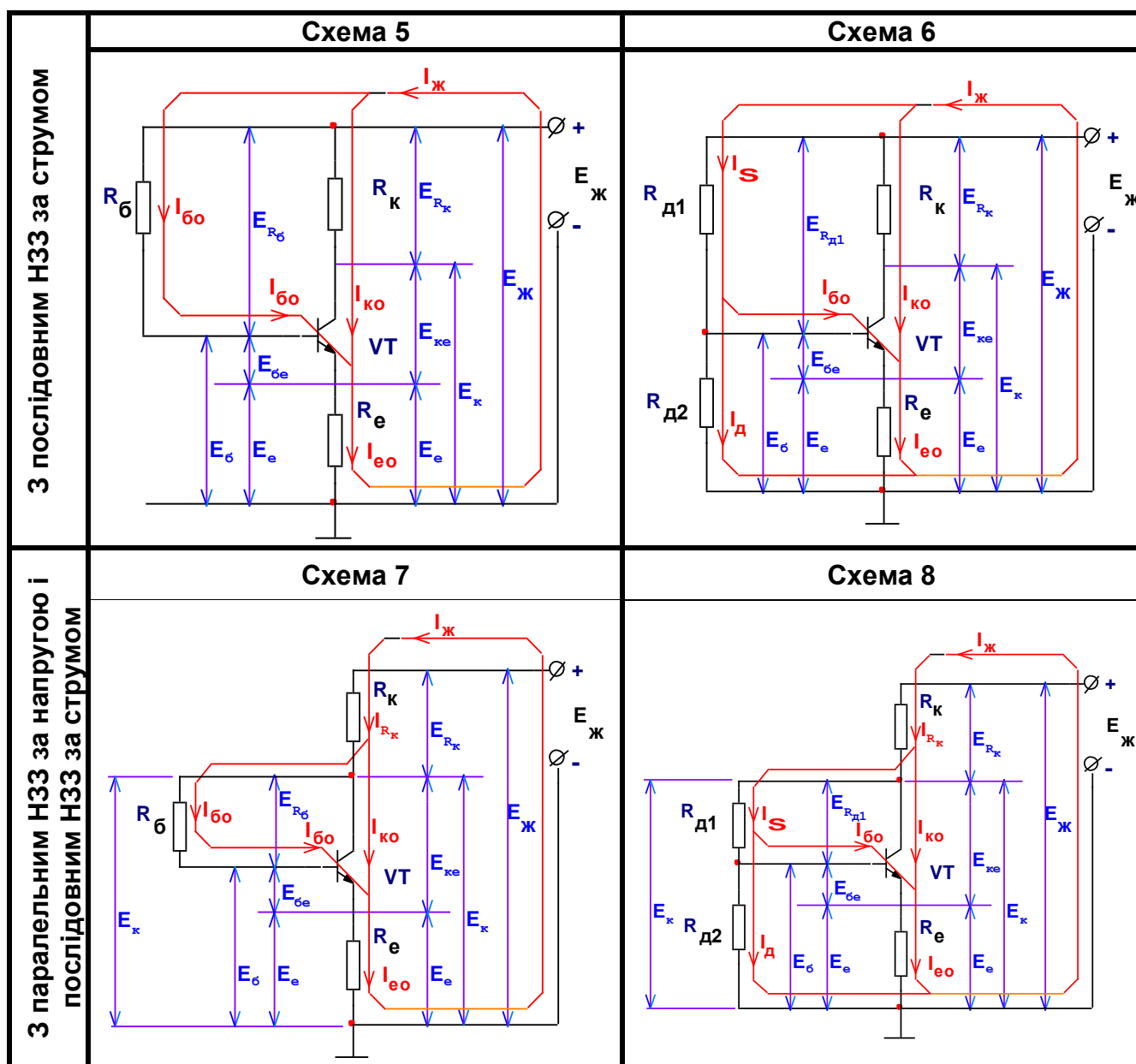


Рис. 1 (продовження)

Таблица 1

Бригада	№ макета	№ схемы	β	Rк эксп.	Re эксп.	I _{к0} розр.
1	1	1	250	4,26 к	0	1 мА
		2	250	4,26 к	0	1 мА
		3	250	4,26 к	0	1 мА
		4	250	4,26 к	0	1 мА
		5	250	4,26 к	0	1 мА
		6	250	4,26 к	0	1 мА
		7	250	4,26 к	0	1 мА
		8	250	4,26 к	0	1 мА
2	2	1	250	4,28 к	0	1 мА
		2	250	4,28 к	0	1 мА
		3	250	4,28 к	0	1 мА
		4	250	4,28 к	0	1 мА
		5	250	4,28 к	0	1 мА
		6	250	4,28 к	0	1 мА
		7	250	4,28 к	0	1 мА
		8	250	4,28 к	0	1 мА
3	3	1	250	4,20 к	0	1 мА
		2	250	4,20 к	0	1 мА
		3	250	4,20 к	0	1 мА
		4	250	4,20 к	0	1 мА
		5	250	4,20 к	0	1 мА
		6	250	4,20 к	0	1 мА
		7	250	4,20 к	0	1 мА
		8	250	4,20 к	0	1 мА

Таблиця 1 (продовження)

Бригада	№ макета	№ схеми	β	Rк експ.	Re експ.	I _{к0} розр.
4	6	1	250	2 к	180	2 мА
		2	250	2 к	180	2 мА
		3	250	2 к	180	2 мА
		4	250	2 к	180	2 мА
		5	250	2 к	180	2 мА
		6	250	2 к	180	2 мА
		7	250	2 к	180	2 мА
		8	250	2 к	180	2 мА
5	7	1	250	1,94 к	177	2 мА
		2	250	1,94 к	177	2 мА
		3	250	1,94 к	177	2 мА
		4	250	1,94 к	177	2 мА
		5	250	1,94 к	177	2 мА
		6	250	1,94 к	177	2 мА
		7	250	1,94 к	177	2 мА
		8	250	1,94 к	177	2 мА
6	8	1	250	1,94 к	172	2 мА
		2	250	1,94 к	172	2 мА
		3	250	1,94 к	172	2 мА
		4	250	1,94 к	172	2 мА
		5	250	1,94 к	172	2 мА
		6	250	1,94 к	172	2 мА
		7	250	1,94 к	172	2 мА
		8	250	1,94 к	172	2 мА

Таблица 2

№ схеми	R _к эксп.	R _е эксп.	R _б		R _{д1}		R _{д2}	
			Розр.	Експ.	Розр.	Експ.	Розр.	Експ.
1					-	-	-	-
2			-	-				
3					-	-	-	-
4			-	-				
5					-	-	-	-
6			-	-				
7					-	-	-	-
8			-	-				

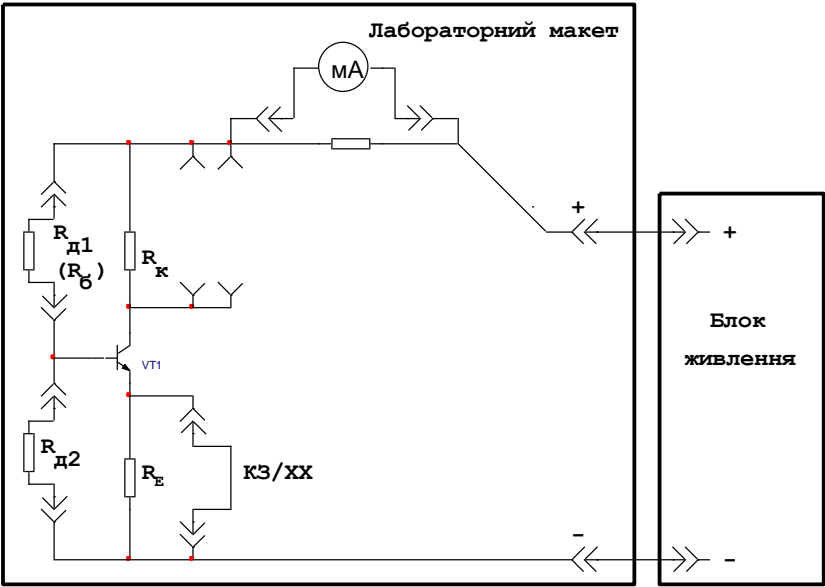


Рис. 2

4. ПРОГРАМА РОБОТИ

4.1. Від'єднати блок живлення від макета. Ввімкнути блок живлення та встановити на ньому напругу $E_{ж\text{ ном}}=9\text{ В}$.

4.2. Вимкнути блок живлення та зібрати на макеті схему 1, використовуючи резистори зі значеннями опорів, близькими до розрахункового.

4.3. Під'єднати блок живлення до макета. Ввімкнути блок живлення. Визначити експериментальне значення струму колектора $I_{к0\text{ ном}}$ у робочій точці.

4.4. Встановити напругу живлення $E_{ж}=12\text{ В}$. Визначити струм колектора при цій напрузі $I_{к0\text{ }12\text{ В}}$ та записати його значення.

4.5. Оцінити струмову чутливість S експериментального значення струму колектора до зміни напруги живлення:

$$S = \frac{\Delta I_{к0} / I_{к0\text{ ном}}}{\Delta E_{ж} / E_{ж\text{ ном}}}.$$

4.6. Результати розрахунків і експериментальні дані занести в табл. 2.

4.7. Повторити зміст робіт по пп. 4.1-4.6 для схем 2-8.

4.8. Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

Таблиця 2

№ схеми	$I_{к0\text{ ном}}$, мА		$\Delta I_{к0}$, мА	S , мА/В
	Розр.	Експ.		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

5. ВИСНОВКИ

У висновках відобразити результати порівняння струмової стабільності схем зміщення за такими критеріями:

- Стабільність нестабілізованих (без НЗЗ) та стабілізованих НЗЗ схем;
- Стабільність схем з фіксованим струмом бази (ФСБ) та фіксованою напругою бази (ФНБ), як попарно (1-а та 2-а схеми, 3-я та 4-а, 5-а та 6-а, 7-а та 8-а), а також в цілому (ФСБ та ФНБ);
- Стабільність схем з НЗЗ між собою в межах кожної з груп (ФСБ та ФНБ).

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

6.1. Назвіть основні причини нестабільності режиму роботи підсилювального каскаду.

6.2. Які з розглянутих схем більш чутливі до зміни напруги живлення?

6.3. Назвіть способи стабілізації режиму роботи підсилювального каскаду.

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ
про виконання лабораторної роботи № 3
" ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ ЗМІЩЕННЯ ТРАНЗИСТОРНИХ
КАСКАДІВ"

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи ____:

_____ П.І.Б.	_____ Підпис
_____ П.І.Б.	_____ Підпис
_____ П.І.Б.	_____ Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема роботи: Дослідження транзисторних підсилювальних каскадів в області середніх частот

Мета роботи: порівняльний аналіз каскадів зі спільним емітером, спільною базою, спільним колектором (СЕ, СБ, СК).

1. КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Областю середніх частот аперіодичного підсилювача вважають діапазон, у межах якого амплітудно-частотна характеристика пристрою плоска. При цьому опори розділових і блокувальних конденсаторів і провідності власних ємностей транзистора малі, що дозволяє ними знехтувати, а еквівалентна схема каскаду не містить реактивних елементів.

Середня частота

$$F_0 = \sqrt{F_H \cdot F_B},$$

де F_H , F_B – нижня і верхня граничні частоти (спад АЧХ 3 дБ).

Для підсилювачів звукових частот приймають середню частоту $F_0 = 1$ кГц.

В роботі використано позначення:

I_{k0} – струм у робочій точці;

h_{21a} – коефіцієнт підсилення струму бази в схемі СЕ;

S – крутість прямої передачі транзистора в схемі СЕ: $S [\text{ма/В}] = 40I_{k0} [\text{ма}]$

K_U – коефіцієнт підсилення каскаду по напрузі;

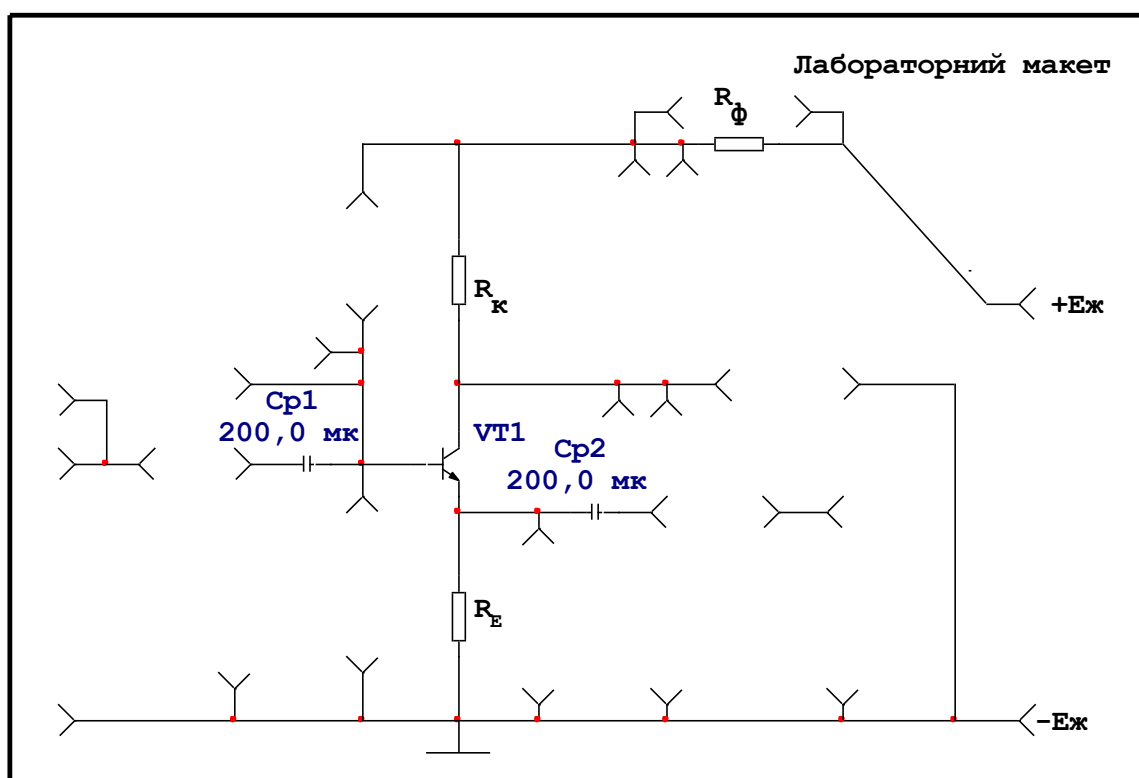
K_i – коефіцієнт підсилення каскаду по струму;

R_T – вхідний опір транзистора;

R_{BX} – вхідний опір підсилювального каскаду.

Об'єктом вимірювань служить універсальний макет підсилювального каскаду з набірним полем. Схема електрична принципова робочого місця, лабораторного макета, спрощене розташування гніздових елементів на панелі макета наведені на рис. 1,а, змінні елементи у вигляді вилок (рис.1,б) встановлюються в гніздові елементи у відповідності з досліджуваною схемою.

Схеми досліджуваних каскадів приведені на рис. 2-4.

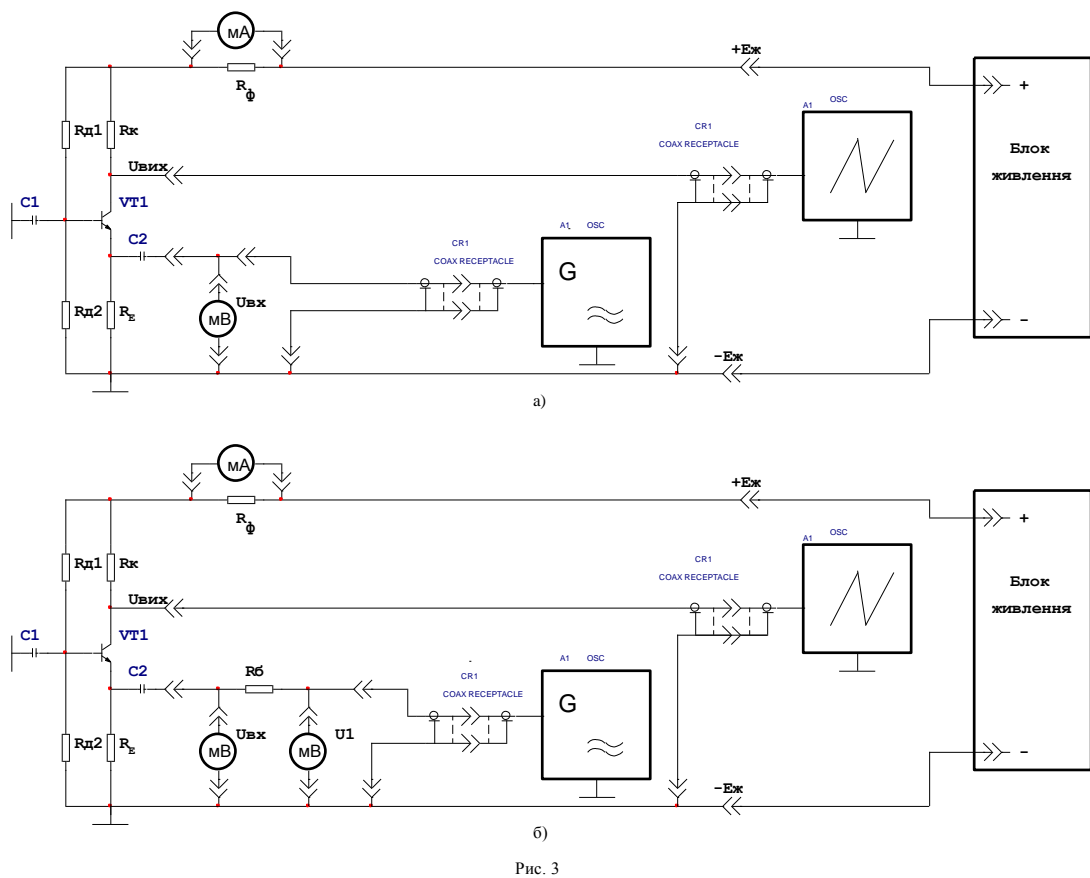
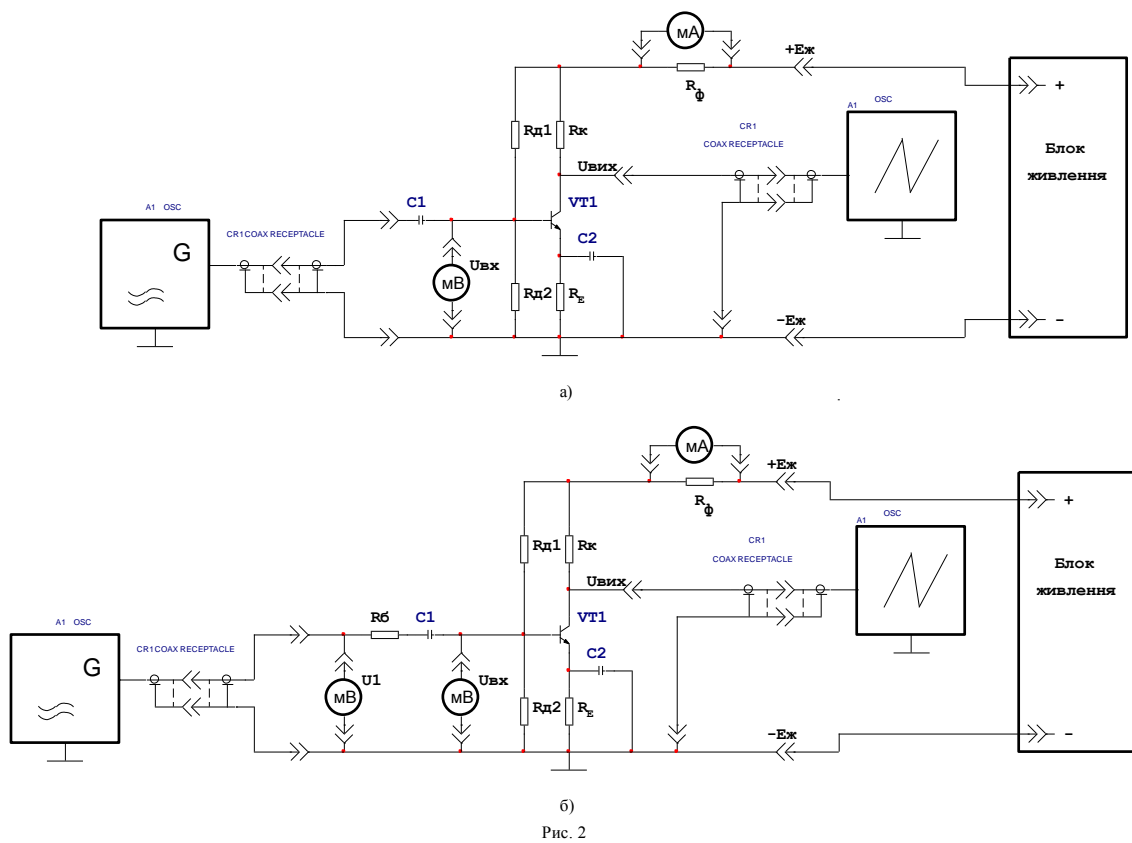


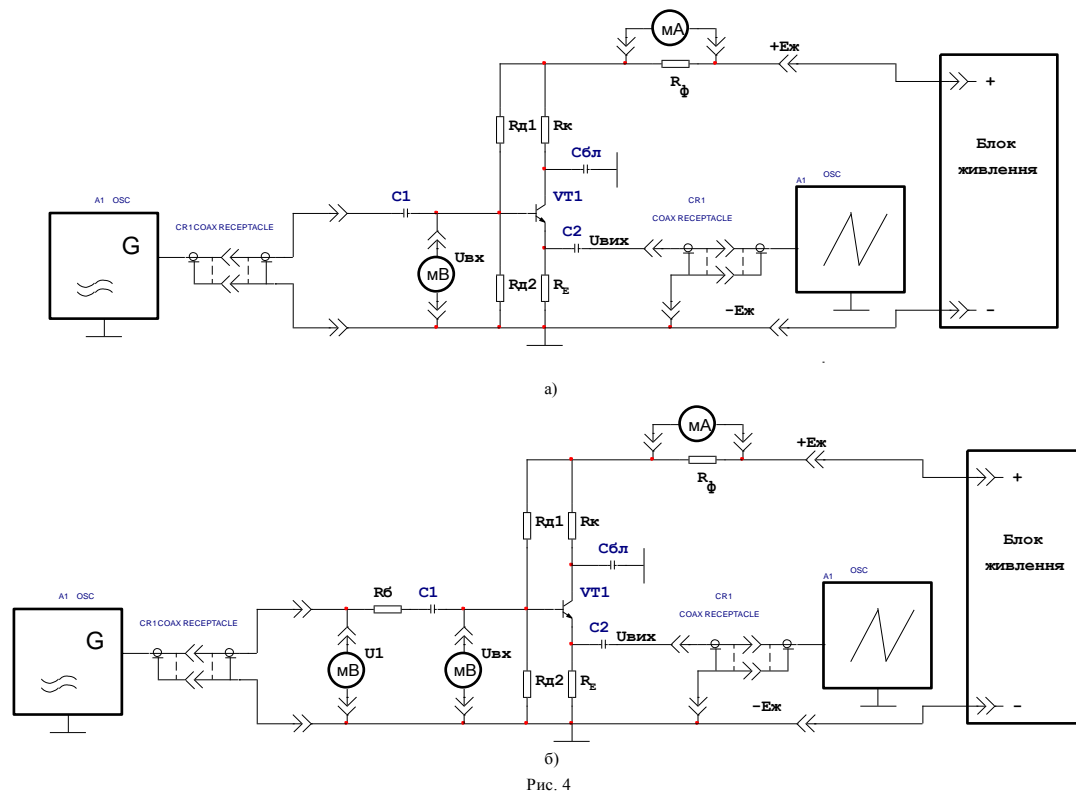
а)



б)

Рис. 1





2. ДОМАШНЯ РОБОТА

Для каскадів СЕ, СБ, СК, використовуючи номінальні значення режимних резисторів схеми 6 лабораторної роботи №3 та наведені в табл. 1 співвідношення розрахувати K_U , K_i , $R_{вх}$. Дані розрахунків занести в табл. 2.

Таблиця 1

Схема зі СЕ	Схема зі СБ	Схема зі СК
$K_u = S \times R_k;$ $R_T = h_{21e} / S;$ $R_o = R_{Д1} \times R_{Д2} / (R_{Д1} + R_{Д2});$ $R_{ex} = R_T \times R_o / (R_T + R_o);$ $K_i = K_u \times R_{ex} / R_k;$ <i>(при $R_T < R_o, K_i = h_{21e}$).</i>	$K_u = S \times R_k;$ $R_T = 1 / S;$ $R_{ex} = R_T \times R_e / (R_T + R_e);$ $K_i = K_u \times R_{ex} / R_k;$ <i>(при $R_T < R_o, K_i = 1$).</i>	$K_u = S \times R_e / (1 + S \times R_e);$ $R_T = (h_{21e} / S) \times (1 + S \times R_e);$ $R_{\ddot{a}} = R_{\ddot{A}1} \times R_{\ddot{A}2} / (R_{\ddot{A}1} + R_{\ddot{A}2});$ $R_{\hat{a}\hat{o}} = R_{\hat{O}} \times R_{\ddot{a}} / (R_{\hat{O}} + R_{\ddot{a}});$ $K_s = K_u \times R_{\hat{a}\hat{o}} / R_e;$ <i>(і ще $R_{\hat{O}} < R_{\ddot{a}}, K_s = h_{21e}$).</i>

3. ЗМІСТ РОБОТИ

3.1. Виміри проводяться на частоті $F_0=1\text{кГц}$.

3.2. Зібрати на макеті схему живлення підсилювального каскаду по постійному струму, використовуючи номінальні значення режимних резисторів схеми 6 лабораторної роботи №3.

3.3. Використовуючи розділові і блокувальні конденсатори, включити транзистор за схемою СЕ. При цьому рівень сигналу повинен бути великим, але виключати роботу транзистора в режимі насичення: стежити по осцилографу за неспотвореною формою синусоїдального сигналу.

3.4. За результатами виміру амплітуд вхідного та вихідного сигналів схеми визначити коефіцієнт підсилення каскаду по напрузі: $K_U = U_{вих\ m} / U_{вх\ m}$. Амплітуду вихідної напруги визначають по осцилографу безпосередньо, а амплітуду вхідної напруги шляхом перерахунку показів мілівольтметра $U_{вх\ m} = 1,41 U_{вх}$.

3.5. Визначити вхідний опір каскаду, підключаючи між генератором і входом макета допоміжний резистор $R_6 \approx 300\ \Omega$,

$$R_{\text{вх}} = R \frac{U_{\text{вх}}}{U_1 - U_{\text{вх}}}.$$

3.6. Визначити коефіцієнт підсилення каскаду по струму K_i , використовуючи дані п.3.4 і п.3.5.

3.7. Включити підсилювальний каскад за схемою СБ. Виконати пп.3.4-3.6. При визначенні вхідного опору каскаду допоміжний резистор $R_{\delta} \approx 30 \text{ Ом}$.

3.8. Включити підсилювальний каскад за схемою СК. Виконати пп.3.4-3.6. При визначенні вхідного опору каскаду допоміжний резистор $R \approx 5 \text{ кОм}$.

3.9. Дані розрахунків і експериментів занести в табл. 2.

Таблиця 2

Схема	K_U		K_i		$R_{\text{вх}}$	
	розрах	експ	розрах	експ	розрах	експ
СЕ						
СБ						
СК						

4. ВИСНОВКИ

Результати порівняльного аналізу параметрів схем з різним ввімкненням активного елемента.

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

5.1. Розташуйте схеми із СЕ, СБ, СК в порядку зростання коефіцієнта підсилення за напругою (струмом, потужністю).

5.2. Розташуйте схеми із СЕ, СБ, СК в порядку зростання вхідного (вихідного) опору.

5.3. Які із схем (СЕ, СБ, СК) мають найкращі частотні властивості?

ДОДАТКИ

Додаток 1

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"
Кафедра радіоприймання та оброблення сигналів

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № 4
«ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНЗИСТОРНИХ ПІДСИЛЮВАЛЬНИХ
КАСКАДІВ В ОБЛАСТІ СЕРЕДНІХ ЧАСТОТ»

Зараховано

Посада

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

Бригада № ____ Макет № ____

Виконали студенти групи ____:

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

П.І.Б.

Підпис

" ____ " _____ 201_ р.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гринфилд Дж. Транзисторы и линейные ИС: Руководство по анализу и расчету: Пер. с англ.-М.: Мир, 1992.
2. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн..1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: В.І. Бойко, А.М Гурій, В.Я. Жуйков та ін. -
3. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие для вузов.- М: Радио и связь,1985, -488 с.
4. Головин О.В. Радиоприемные устройства.- М.: 1987
5. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. Горячая линия-Телеком, 2002.
6. Ногин В.Н. Аналоговые электронные устройства: Учебн. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1992.
7. Остапенко Г.С. Усилительные устройства. : Учебн. пособие для вузов. - Радио и связь, 1989.
8. Павлов В.Н.,Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств.: Учебник для вузов.-2-е изд.-М:Телеком,2001.
9. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств. Под ред. М.К. Белкина – К.:Высшая школа.
- 10.Войшвилло Г.В. Усилительные устройства. . : Радио и связь, 1983.
- 11.Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств. – М.: Радио и связь, 1997.
- 12.Цыкина А.В. Электронные усилители. М.: Радио и связь, 1982.
- 13.Жеребцов И.П. Основы электроники. Ленинград: Энергоатомиздат, 1990.
- 14.Сухов Н.Е. и др. Техника высококачественного звуковоспроизведения. - К.: Техника, 1985. - 158 с.

ЗМІСТ

Вступні зауваження.....	3
Лабораторна робота №1.....	4
Лабораторна робота №2.....	9
Лабораторна робота №3.....	16
Лабораторна робота №4.....	26
Рекомендована література.....	35