

*Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім Ю. М. Потєбні*

*Кафедра: Електроніки, інформаційних систем та програмного
забезпечення*

Лабораторна робота №1

з дисципліни Аналогова та оптохемотехніка

Дослідження схем включення чутливих елементів

Студента (ки) 2 курсу, групи _____

(прізвище та ініціали)

Викладач _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Мета роботи – одержати навик формування принципових електронних схем; введення значень параметрів і режимів з одночасним поглибленням знань по використуванню резистивних, і індуктивних датчиків місткостей.

1.1 Короткі теоретичні відомості

У роботі розглядаються схеми включення чутливих елементів у вигляді дільників напруги живлення E з баластним резистором R_1 , рис. 1.1

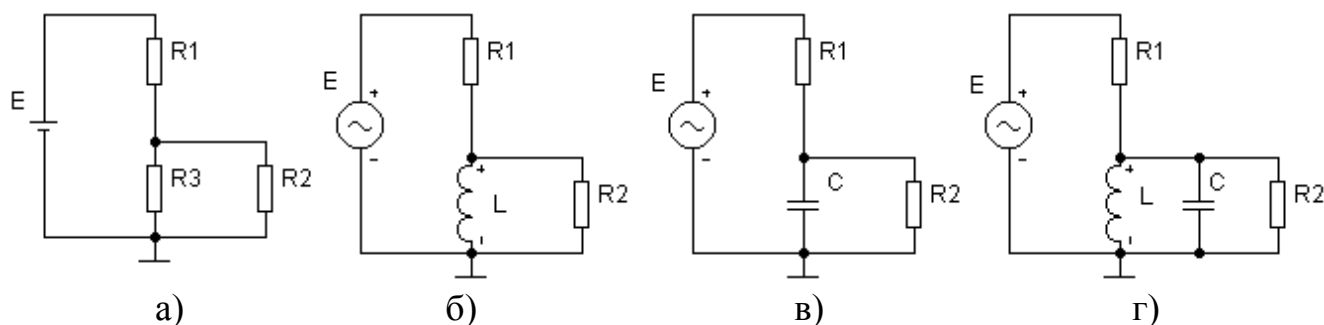


Рисунок 1.1 - Схеми підключення

Резистор R_2 є вхідним опором подальшого підсилювача або опором навантаження, який повинен задовольняти наступним умовам:

$$R_2 \gg R_3; \quad R_2 \gg \omega \cdot L; \quad R_2 \gg \frac{1}{\omega \cdot C}; \quad R_2 \gg R_{ze}; \quad (1.1)$$

Тут R_{ze} – еквівалентний опір резонансного контура включення чутливого елемента.

Якщо резистор R_2 не враховувати, то схеми спрощуються, що важливе для розуміння їх роботи.

Розглянемо роботу схеми дільника (рис. 1.1 а), з резистивним чутливим елементом R_3 без урахування опору навантаження R_2 . Вихідна напруга U складе:

$$U = E \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (1.2)$$

При зміні опору R_2 вихідна напруга дільника також змінюється (рис. 1.2 а).

Крутизна або нахил цієї залежності характеризує чутливість ξ схеми включення, яка знаходиться у вигляді:

$$\xi = \frac{dU}{dR_3} = E \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_3)^2} \quad (1.3)$$

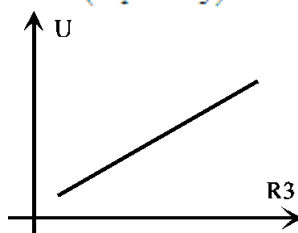


Рисунок 1.2 - Зміна вихідної напруги

Вибір величини R1 впливає на чутливість датчика. Дійсно, якщо знайти максимум цієї функції по її похідній, то він буде при

$$R1 = R3. \quad (1.4)$$

Вихідна напруга $U(\omega)$ схеми з індуктивним чутливим елементом (ЧЕ) (рис. 1.1 б) залежить від частоти ω , напруги живлення $E(\omega)$, частотні характеристики $K(\omega)$, $\theta(\omega)$, коефіцієнту посилення $K(u)$ і фазовому зсуву θ складають:

$$K(\omega) = \frac{U(\omega)}{E(\omega)} = \frac{\omega \cdot \tau}{\sqrt{1 + (\omega \cdot \tau)^2}}; \quad \theta(\omega) = \arctg(\omega \cdot \tau) \quad (1.5)$$

де $\tau = \frac{L}{R}$ – постійна часу кола; $\theta(\omega)$ – фазочастотна характеристика.

Для схеми “в” з місткістю ЧЕ частотні характеристики визначаються формулами:

$$K(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 \cdot \tau^2}}; \quad \theta(\omega) = -\arctg(\omega \cdot \tau); \quad \tau = R \cdot C; \quad (1.6)$$

Зміна значень чутливих елементів на величини ΔL або ΔC приводить до відповідних змін коефіцієнтів передачі ΔK на робочій частоті. При цьому можна оцінити диференціальну чутливість ξ схеми:

$$\xi_L = \frac{\Delta K}{\Delta L}; \quad \xi_C = \frac{\Delta K}{\Delta C} \quad (1.7)$$

Для резонансної схеми “г” розрахунок може проводитися по формулах аналогічних (1.2)...(1.4), але при цьому R3 повинне відповідати опору контура на робочій частоті.

Приведені схеми достатньо зручно дозволяють одержати навик вживання програми EWB–5.12 і використати основні види аналізу:

- по постійному струму (DC Analysis);
- по змінному струму (AC Analysis);
- аналіз перехідних процесів (Transient Analysis);

При цьому є можливість автоматичного завдання зміни параметрів системи і висновку графіків одночасної зміни напруг і струмів на декількох ділянках схеми.

Необхідно відзначити, що при моделюванні слідує, після набору електронних схем і введення значень параметрів елементів, обов'язково перевірити:

- наявність і правильність розміщення точок заземлення на схемі;
- наявність нумерації вузлів схеми.

1.2 Опис віртуального EWB стенду

Стенд містить дві схеми. Перша з них (рис. 1.3) призначена для аналізу роботи дільника на постійному струмі. -

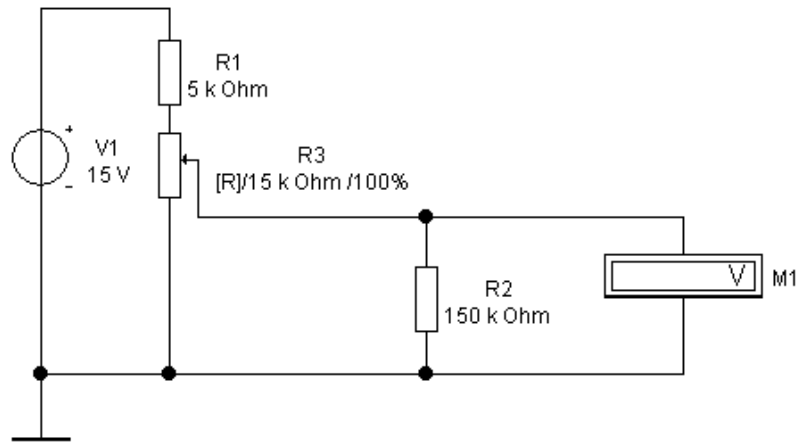


Рисунок 1.3 - Схема дільника на постійному струмі

Потенціометр R3 регулюється натисненням клавіш «**R**» для збільшення або комбінацію клавіш «**SHIFT + R**» для його зменшення. Вольтметр M1 показує напругу на навантаженні дільника. Інша частина стенду (рис. 1.4) включає всі кола, розглянуті вище.

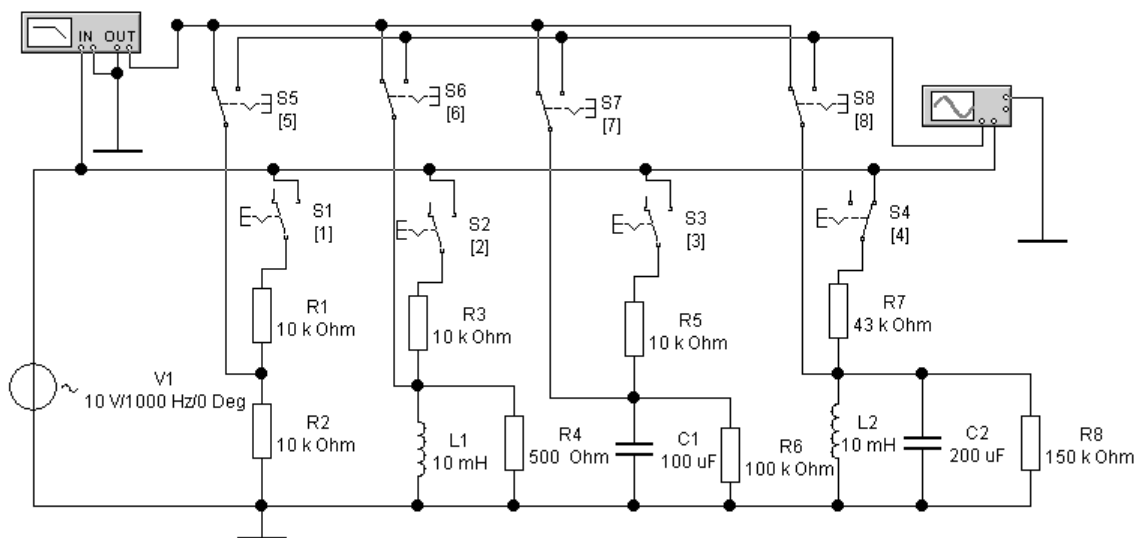


Рисунок 1.4 - Схема досліджень на змінному струмі

Схема містить одне загальне джерело V1 і чотирьох різних дільників по рисунку 1.1. Кожний з них підключається перемикачами S1, S2, S3, S4 шляхом натиснення клавіш «**1**», «**2**», «**3**», «**4**» відповідно. При виконанні роботи потрібно стежити, щоб був включений тільки один з них.

У схемі передбачений автоматичний вимірник частотних характеристик (**ВЧХ**) і двулучевой осцилограф. Вони можуть бути підключені до виходів ланцюжків за допомогою перемикачів S5, S6, S7, S8. Для цього потрібно натискувати клавіші «**5**», «**6**», «**7**», «**8**». Один з каналів осцилографа і ВЧХ підключені до джерела вхідного сигналу V1.

Вид лицьової панелі осцилографа може бути одержаний в збільшеному вигляді подвійним клацанням миші на зображенні приладу. Він показаний на рисунку 1.5.

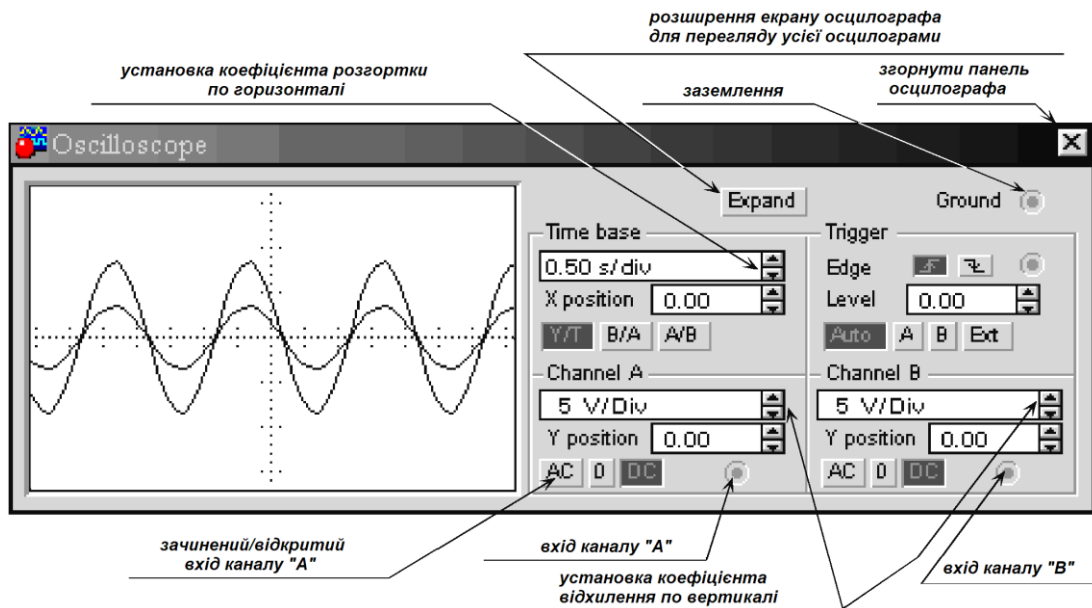


Рисунок 1.5 - Вид лицьової панелі осцилографа

Управління осцилографом здійснюється клацанням лівої кнопки миші на відповідних органах управління. Вимірювання напруги за допомогою осцилографа виконується з урахуванням встановленої чутливості «**Вольт/дел.**» і розмірів зображення по вертикалі. Вид лицьової панелі ІЧХ показаний на рисунку 1.6.

ВЧХ дозволяє зміряти коефіцієнт передачі $K(f)$ схеми на різних частотах.

$$K(f) = \frac{U_{\text{вих}}(f)}{U_{\text{вх}}(f)}; \quad K_{\text{дб}} = 20 \lg \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вх}}} \quad (1.8)$$

Для аналізу частотної характеристики потрібно використовувати покажчики « \leftarrow » або клацнувши і утримуючи праву кнопку миші на вертикальному покажчику, який знаходиться у правого краю екрану приладу перетягнути його в потрібну позицію.

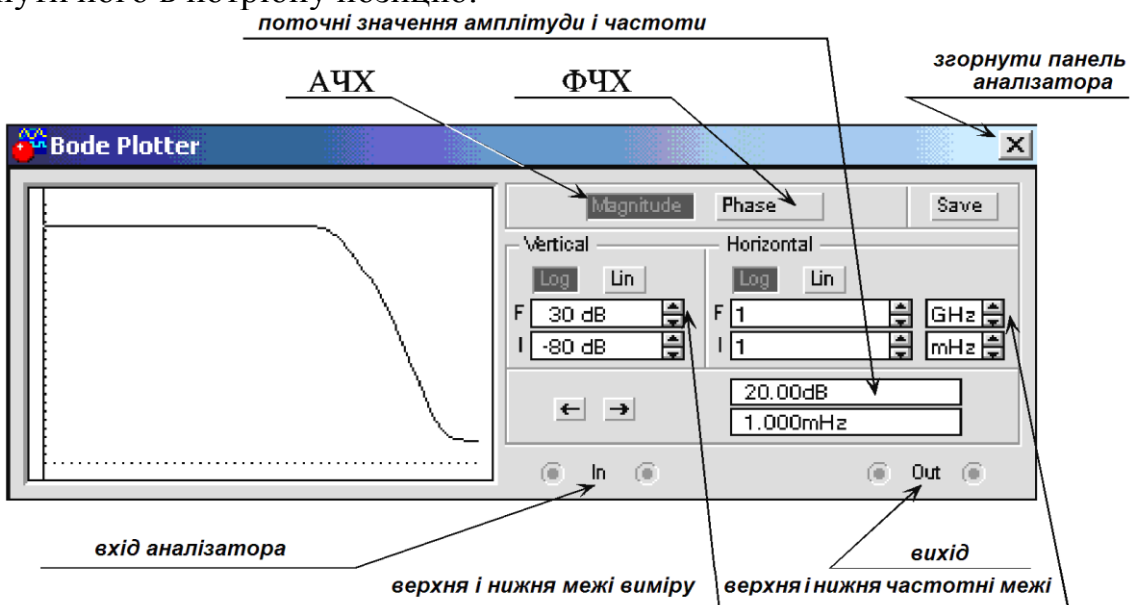


Рисунок 1.6 - Лицьова панель ВЧХ

Для установки інших параметрів елементів схеми необхідно двічі клацнути на зображенні потрібного елемента і встановити у вікні властивостей необхідні параметри.

1.3 Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему по рисунку 1.1а. При моделюванні прийняті: $R_1 = 5$ кОм, $R_2 = 150$ кОм, $E = 15$ В. Змінюючи опір резистора R_3 в межах $0...15$ кОм з числом точок $N = 11$, одержати і зарисувати залежність вихідної напруги, аналогічно рисунку 1.2. При цьому доцільно використовувати режим DC.

2. Змінити величину навантаження $R_2=10$ кОм і повторити моделювання по пункту 1.

3. Зібрати схему по рисунку 1.1б. При моделюванні прийняті: $R_1 = 10$ кОм, $L_1 = 0,05$ Гн, $R_2 = 0,5$ кОм і синусоїдальним напрузі живлення з амплітудою $E_m = 10...15$ В і частотою $f = 10...15$ кГц. В режимі AC одержати частотні характеристики.

4. Зменшити індуктивність L до $0,005$ Гн і повторити роботу по пункту 3. Оцінити зміну коефіцієнта передачі.

5. З метою нагляду сигналів на вході і виході, перейти в режим роботи аналізу перехідних процесів і зарисувати вид сигналів E , U . Оцінити значення фазового зсуву θ .

6. Досліджувати схему “в” з чутливим елементом місткості при $R_1 = 5...10$ кОм, $R_2 = 100 ... 200$ кОм, $C = 100$ мкФ при амплітуді напруги $E_m = 10$ В. В режимі AC одержати частотні характеристики в діапазоні частот $f = 1 ... 10$ МГц.

7. Ввести приріст місткості датчика $\Delta C=50$ мкФ, встановивши $C = 150$ мкФ. Повторити роботу по пункту 6. Зарисувати значення $K(\omega)$. Оцінити зміну коефіцієнта передачі ΔK на одній з частот.

8. Перейти в режим нагляду перехідних процесів і вивести на друк вид напруг на вході і виході на одній з частот в збільшеному масштабі. Записати значення напруги, фазового зсуву θ , частоти f .

9. Досліджувати схему “г” резонансної системи при синусоїдальній напрузі E з амплітудою 10 В. Установить $R_1 = 43$ кОм, $R_2 = 150$ кОм, $L = 10$ мГн, $C = 200$ мкФ. В режимі AC одержати частотні характеристики і визначити резонансну частоту схеми. 10. Змінюючи R_2 в діапазоні $10 ... 100$ кОм повторити досвід по пункту 9.

1.4 Зміст звіту

1. Мета роботи.
2. Основні режими моделювання і перелік необхідних команд для використання цих режимів.
3. Види модельованих джерел сигналів і їх введення.
4. Робота, коефіцієнт передачі і диференціальна чутливість схеми резистора включення.
5. Частотні характеристики схеми з індуктивним чутливим елементом.

6. Використовуючи результати вимірювань по пунктах 3 і 4, визначити зміну індуктивності ΔL , відповідна зміна коефіцієнті передачі ΔK і диференціальну чутливість схеми по формулі (1.7).

7. Привести вид сигналів на вході і виході схеми за наслідками вимірювань в пункті 5.

8. Привести схему з елементом місткості і її частотні характеристики. По вимірюваннях (пункти 6, 7) знайти ΔK і визначити чутливість по формулі (1.7).

9. За наслідками моделювання резонансу схеми (пункти 9, 10) привести принципову схему і вид резонансних кривих.

10. Висновки по роботі.

1.5 Контрольні питання

1. Позначення і введення елементів електронних схем.
2. Можливості і типові задачі по вживанню режимів моделювання.
3. Фізика роботи ділільних схем підключення чутливих елементів.
4. Диференціальна чутливість.
5. Переваги і недоліки резонансної схеми.

Література

1. Комп'ютерна схемотехніка : підручник / Азаров О. Д., Гарнага В. А., Клятченко Я. М., Тарасенко В. П. Вінниця : ВНТУ, 2018. 230 с.
2. Дмитрів В. Т. Схемотехніка систем керування. Навчальний посібник. Львів : СПОЛОМ, 2019. 636с.