

Лабораторна робота № 22

МОСТОВІ СХЕМИ СИНУСОЇДНОГО СТРУМУ

Мета роботи

Ознайомлення з варіантами мостових схем синусоїдного струму.

Оволодіння методами побудови мостових схем, виходячи з умов їхньої зрівноваженості.

Побудова суміщених векторних діаграм для зрівноваженого та незрівноваженого стану мостових схем.

Підготовка до роботи

При підготовці до роботи студенти мають скласти протокол звіту, ознайомитись з методичними вказівками, робочим завданням та відповісти на такі запитання:

1. Які схеми називають мостовими?
2. Який режим роботи моста називають зрівноваженим?
3. Які умови зрівноваження мостових схем синусоїдного струму?
4. Як за допомогою вольтметра (амперметра) визначається зрівноважений стан моста?
5. Яке практичне застосування мостових схем?

Робоче завдання

1. Спочатку скласти електричне коло, що відповідає схемі рис. 22.1, а потім – схемі рис. 22.2. Змінюючи відповідні опори, досягти зрівноваженого стану мостів.

2. Виміряти напруги, струми та кути зсуву фаз, зазначені в таблицях 22.1 та 22.2 відповідно для електричних кіл за схемами рис. 22.1 і 22.2.

3. Виміряти ті ж напруги, струми та кути зсуву фаз в обох електричних колах для будь-якого незрівноваженого стану моста.

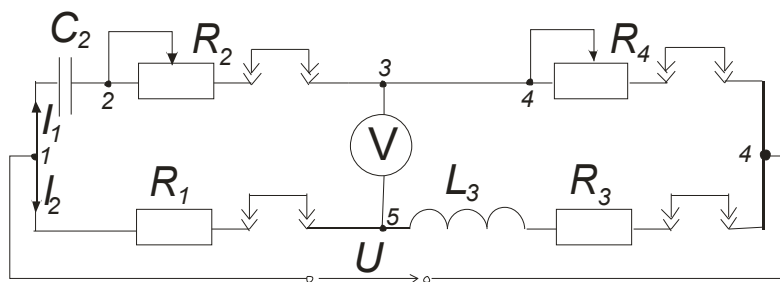


Рис. 22.1

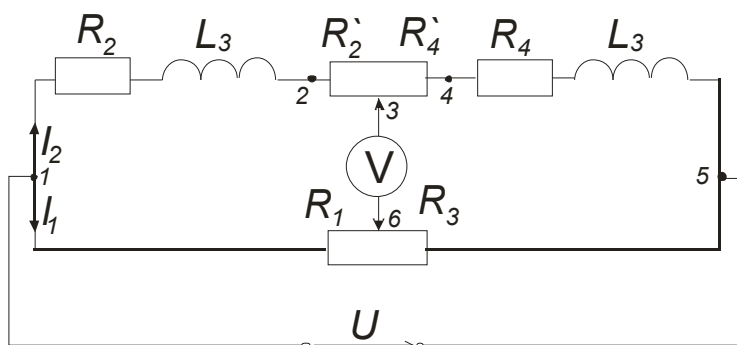


Рис. 22.2

4. Скласти електричне коло відповідно до схеми рис.22.3.

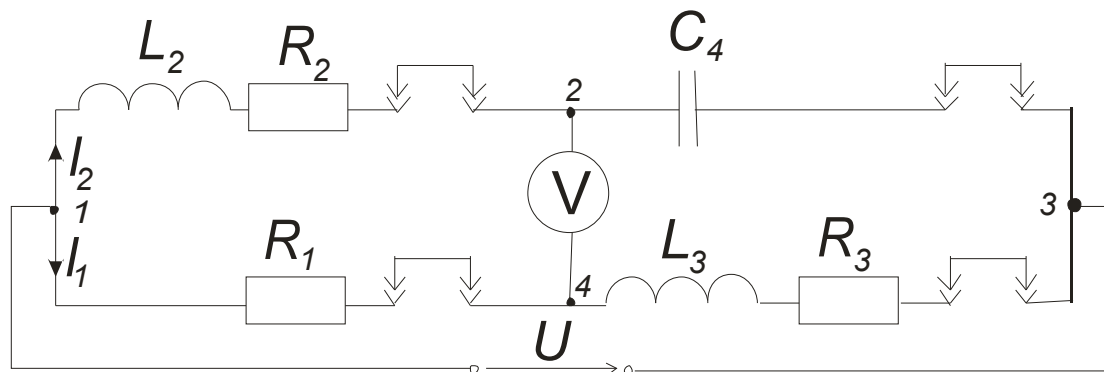


Рис. 22.3

5. Упевнитись у неможливості досягти зрівноваженого стану моста, після чого виконати виміри величин, зазначених в таблиці 22.3.

Таблиця 22.3

U	I_1	φ_1	I_2	φ_2	U_{12}	φ_{12}	U_{23}	U_{14}	U_{43}	φ_{43}	U_{24}

6. Для всіх досліджених режимів роботи електричних кіл побудувати суміщені векторні діаграми напруг та струмів.

7. Використовуючи дані таблиць 22.1, 22.2 та 22.3, розрахувати повні комплексні опори всіх віток досліджених мостових схем. Результати роз-рахунків занести в таблицю 22.4.

Таблиця 22.4

Схема	\underline{Z}_1	\underline{Z}_2	\underline{Z}_3	\underline{Z}_4
Рис. 22.1				
Рис. 22.2				
Рис. 22.3				

8. Упевнитись, що для схем рис. 22.1 та 22.2 умови зрівноваженості виконуються в комплексній формі.

9. Зробити і записати у протоколі звіту висновки по роботі.

Завдання на навчально-дослідну роботу студентів

1. Проаналізувати, як зміниться вихідна напруга моста за модулем та фазою, якщо поміняти опір однієї з віток (за вказівкою викладача).

2. Скласти мостові схеми для виміру ємності, індуктивності, активного опору, тангенса кута діелектричних втрат конденсатора при наявності еталонної ємності або еталонної індуктивності.

3. Проаналізувати, які схеми більш прості для зрівноваження: з еталонними ємностями чи індуктивностями.

Методичні вказівки

Мостовим електричним колом (мостом) називають коло, що є за своєю структурою пасивним чотириполюсником (рис. 22.4), у якого до однієї пари затискачів підключається джерело енергії, а до іншої - вимірювальний прилад (вольтметр, гальванометр і т. ін.) з якомога більшим вхідним опором, величина якого має бути такою, щоб струм, який проходить через вимірювальний прилад, був набагато меншим за струми віток мостового кола у незрівноваженому стані. Це ж стосується і внутрішнього опору вольтметра, що використовується для вимірів напруг на окремих елементах моста.

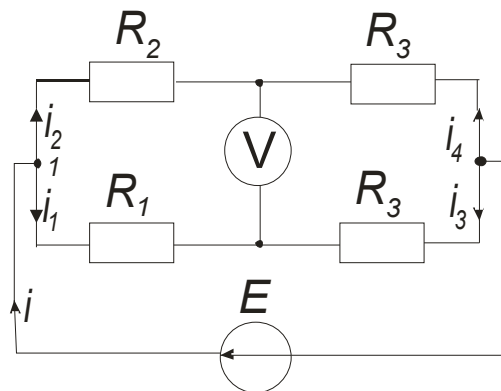


Рис. 22.4

Зрівноваженим станом моста називають режим, якому відповідає нульове значення вихідної напруги, а відповідно, і струму через вимірювальну діагональ.

Зрівноважений стан моста, що живиться від джерела синусоїдного струму, має місце, якщо між комплексними опорами віток витримується таке співвідношення:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} \quad \text{або} \quad \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{Z_2}{Z_4},$$

яке називають умовою зрівноваженості моста в комплексній формі. Оскільки два комплексних числа дорівнюють одне одному, якщо мають однакові модулі та аргументи, комплексній умові зрівноваженості моста відповідають дві скалярні умови (для модулів опорів віток моста та для їхніх кутів зсуву за фазою):

$$\text{а) } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4} \quad \text{та} \quad \text{б) } \varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_4.$$

Користуючись зазначеними скалярними умовами для будь-якої мостової схеми досить просто визначається можливість її зрівноваженості та способи, якими вона досягається. З умови б) випливає, що зрівноважений стан мостової схеми можливий, якщо дві суміжні вітки є однорідними за реактивним характером двополюсниками, або якщо дві протилежні вітки - неоднорідні за реактивним характером двополюсники.

Співвідношення між напругами та кутами зсуву фаз в вітках моста досить наглядно ілюструються за допомогою векторно-топографічних діаграм. Будують їх, користуючись загальними правилами.

Міст для виміру опору резистора може житись від джерела змінного або постійного струму. Умова його зрівноваженості: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$,

звідки виходить, що зрівноважити такий міст можна, змінюючи лише один опір.

Міст змінного струму для виміру індуктивності (ємності) можна зрівноважити, якщо змінювати опори не менше двох віток мостової схеми, поступово досягаючи мінімуму напруги на вимірювальній діагоналі.

Якщо міст не можна зрівноважити, то на векторно-топографічній діаграмі його точки, що відповідають потенціалам затискачів вимірювальної діагоналі, будуть розташовані з різних сторін від вектора напруги джерела живлення.

В мостовому колі, яке живиться від загальної мережі промислової частоти, у зрівноваженому стані напруга на вимірювальній діагоналі досить рідко буває меншою 0,5 В, що пояснюється відхиленням форми напруги мережі від синусоїдної. Оскільки комплексні опори віток з реактивними елементами залежать від частоти, то комплексна умова зрівноваженості моста, виконуючись на основній гармоніці, не виконується на вищих гармоніках, що і є причиною наявності невеликої напруги на вимірювальній діагоналі мостової схеми навіть у зрівноваженому стані.

Література

1. Теоретичні основи електротехніки: Підручник: У 3 т. / В.С. Бойко, Ю.Ф. Видолоб та ін.; За заг.ред. І.М. Чиженка, В.С. Бойка. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2004. – Т.1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – С. 83-116.

2. Каплянський А. Е., Лысенко А.П., Полотовский Л.С. Теоретические основы электротехники. - М.: Высш. шк., 1972. – 447 с.– С. 137-138.