

№ 2

01

9

Отже, ця ланка буде інтегруючою, якщо можна знехтувати вищими членами розкладу в ряд Тейлора експоненти, починаючи з другого члена.

Завдання:

1. Проаналізувати перехідні процеси в ланках (див. рисунок) у випадку подачі на вхід постійної напруги.
2. Знайти коефіцієнт передачі й амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) кожної з цих ланок. Чи може ця ланка бути фільтром? Яким? Яка частота зрізу фільтра?
3. На основі отриманих (завдання 1,2) результатів визначити, за яких умов досліджувані ланки наближено можна вважати диференціюючим або інтегруючим пристроєм.

3. Дослідження лінійного чотириполюсника

Короткі теоретичні відомості

Елемент електричного кола, який з'єднаний із зовнішнім електричним колом більш ніж двома полюсами, називається багатополюсником. Багатополюсник характеризується певними узагальненими параметрами, кількість яких у лінійних багатополюсників залежить лише від кількості полюсів.

Під час досліджень фізичних об'єктів, що пов'язані з вимірюванням та обробкою певних сигналів (звичайно струмів чи напруг), ці сигнали проходять через різноманітні радіоелектронні пристрої (підсилювачі, фільтри, детектори). Якщо нас цікавлять лише вхідні і вихідні струми та напруги, то ці схеми зручно розглядати, як чотириполюсник (рис.3.1), в якому матимемо справу з такими величинами: I_1, U_1, I_2, U_2 .

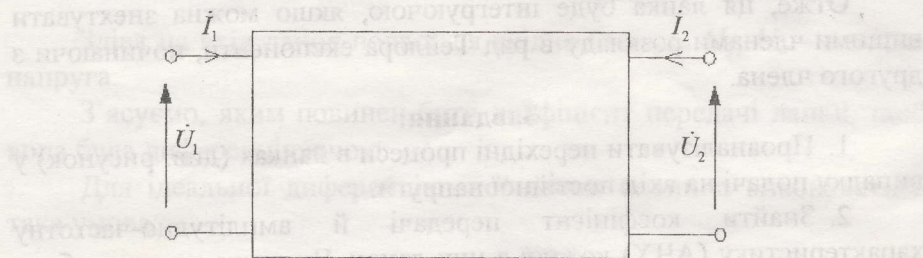


Рис. 3.1. Блок-схема чотирьохполосника

Такий чотирьохполосник називають прохідним. Приймаючи за відомі дві довільні змінні, можна отримати різні типи рівнянь відносно двох інших змінних. Кількість різних типів рівнянь дорівнює шести. Для лінійних чотирьохполосників ці рівняння будуть лінійними. Слід зауважити, що всі типи рівнянь є рівноцінними, але для конкретних задач деякі з них мають певні переваги. Наприклад, для опису транзисторів у режимі малого сигналу використовуються рівняння чотирьохполосника в h параметрах:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = h_{11}\dot{I}_1 + h_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = h_{21}\dot{I}_1 + h_{22}\dot{U}_2 \end{cases} \quad (3.1)$$

Для визначення фізичного змісту коефіцієнтів h_{ij} прийемо в рівнянні (3.1) $\dot{I}_1 = 0$, що відповідає неробочому режиму чотирьохполосника на вході. Тоді з рівняння (3.1)

отримаємо: $h_{12} = \left(\frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} \right)_{\dot{I}_1=0}$ — коефіцієнт оберненого зв'язку за

напругою, $h_{22} = \left(\frac{\dot{I}_2}{\dot{U}_2} \right)_{\dot{I}_1=0}$ — вихідна провідність чотирьохполосника.

Якщо прийняти $\dot{U}_2 = 0$ (режим короткого замикання на виході), то

$$h_{11} = \left(\frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} \right)_{\dot{U}_2=0} \text{ — вхідний опір чотириполюсника, } h_{21} = \left(\frac{\dot{I}_2}{\dot{I}_1} \right)_{\dot{U}_2=0} \text{ —}$$

коефіцієнт передачі за струмом. Для багатьох транзисторів значення h -параметрів наводяться у довідниках.

Режим короткого замикання і холостий хід (як на вході, так і на виході) використовуються для експериментального визначення параметрів чотириполюсника. При цьому схема чотириполюсника може бути як завгодно складною або взагалі невідомою.

Якщо прийняти за відомі вхідні струм та напругу, отримаємо рівняння чотириполюсника в А- параметрах:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = a_{11}\dot{U}_2 + a_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = a_{21}\dot{U}_2 + a_{22}\dot{I}_2 \end{cases} \quad (3.2)$$

Як і в попередньому випадку, за рівняннями (3.2) легко можна визначити значення та фізичний зміст А-параметрів з неробочого режиму та режиму короткого замикання на виході схеми. Очевидно, що для гармонічних сигналів значення параметрів можуть бути комплексними. Значення їх модулів визначаються відношенням діючих значень відповідних струмів чи напруг, а аргументів — величиною зсуву фаз між ними.

Використовуючи значення А-параметрів, легко можна визначити такі важливі характеристики чотириполюсника, як коефіцієнти передачі по струму та напрузі, вхідний та вихідний опори. Наприклад, коефіцієнт передачі чотириполюсника через А-параметри матиме такий вигляд:

$$\dot{K}_U = \frac{\dot{Z}_n}{a_{11}\dot{Z}_n - a_{12}},$$

де \dot{Z}_n — опір навантаження.

Електрична схема реального чотириполосника може бути доволі складною, не всі номінали схеми можуть бути відомими, крім того, вони можуть бути недоступними для вимірювань. Тому важливою є задача заміни реального чотириполосника еквівалентною схемою.

Еквівалентною схемою чотириполосника називають таку схему, якою можна замінити реальний чотириполосник, причому значення струмів і напруг на входних та вихідних полюсах після заміни не змінюються. Звичайно, схеми заміщення вибирають таким чином, щоб кількість двополосників, з яких складається схема заміщення, була мінімальною. Найбільш поширеними є Т і П-подібні схеми заміщення (рис.3.2).

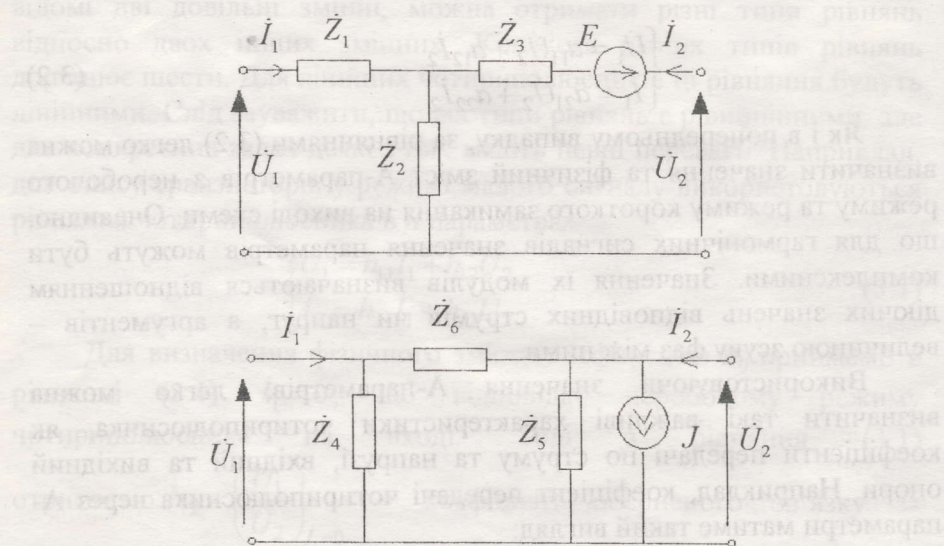


Рис.3.2. Еквівалентні схеми чотириполосника

Зображені на рис. 3.2 еквівалентні схеми є рівноправними і вибираються, виходячи з того, яка з них ліпше відображає фізичну природу заміщуваного чотириполосника.

Якщо реальний чотириполосник пасивний, тоді еквівалентні схеми заміщення спрощуються ($\dot{E} = \dot{J} = 0$).

Завдання:

1. Для заданих параметрів схеми заміщення та частоти вхідного сигналу визначити значення А-параметрів.

2. Експериментально дослідити схему заміщення чотириполосника: виміряти відповідні значення струмів і напруг у неробочому режимі та режимі короткого замикання; за отриманими значеннями визначити значення А-параметрів і порівняти з розрахунковими.

3. Дослідити чотириполосник, структура якого невідома: експериментально дослідити заданий чотириполосник і визначити його А-параметри на заданих частотах; виміряти амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) досліджуваного чотириполосника; на основі експериментальних даних побудувати схеми заміщення для заданих вище частот і визначити параметри її елементів; визначити АЧХ схеми через параметри схеми заміщення і порівняти з експериментальними даними.