

684

**МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**Кафедра автоматики и телемеханики на железнодорожном
транспорте**

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ЧАСТОТНЫХ ФУНКЦИЙ
ДВУХПОЛЮСНИКОВ**

**Методические указания к учебно-исследовательской
лабораторной работе**

Москва — 1986

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Кафедра автоматики и телемеханики на железнодорожном
транспорте

Утверждено
редакционно-издательским
советом института

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЧАСТОТНЫХ ФУНКЦИЙ
ДВУХПОЛЮСНИКОВ

Методические указания к учебно-исследовательской
лабораторной работе

по дисциплине

«ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕЛЕМЕХАНИКИ И СВЯЗИ»

для студентов специальности
«АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

Москва — 1986

МИНИСТЕРСТВО
УЧЕБНАЯ
БИБЛИОТЕКА

Цель работы — экспериментальное исследование входных частотных функций многоэлементных двухполюсников и анализ влияния добротности их элементов на характер этих функций.

Содержание работы

1. Изучение метода экспериментальных исследований частотных функций двухполюсников.
2. Разработка методики проведения эксперимента.
3. Проведение исследования.
4. Анализ результатов.
5. Составление отчета и его защита.

Метод экспериментального исследования функций многоэлементных двухполюсников

Свойства двухполюсных электрических цепей отображаются частотными функциями полного входного сопротивления $Z(j\omega)$ и полной входной проводимости $Y(j\omega)$. Известно [1], что вид этих функций зависит от структуры схемы двухполюсника, величин параметров элементов, их добротности.

В общем случае $Z(j\omega)$ и $Y(j\omega)$ — функции комплексные:

$$Z(j\omega) = Z(\omega) e^{i\varphi(\omega)}, \quad Y(j\omega) = Y(\omega) e^{i\psi(\omega)}.$$

Модули $Z(\omega)$ и $Y(\omega)$ называются амплитудно-частотными функциями (АЧФ) и $\varphi(\omega)$, $\psi(\omega)$ соответственно фазо-частотными функциями (ФЧФ). Экспериментальное исследование функций двухполюсников связано, следовательно, с измерением значений их модулей и аргументов при различных частотах ω прикладываемого к двухполюсникам напряжения.

Измерения значений модуля и аргумента полного сопротивления многоэлементного двухполюсника могут быть осуществлены с помощью неуравновешенного дифференциального моста (рис. 1). В качестве эталонного сопротивления R_m используется магазин сопротивлений. При равенстве напряжений на R_m и на сопротивлении исследуемого двухполюсника $Z_x(j\omega)$ имеет место равенство

$$Z_x(\omega) = R_m. \quad (1)$$

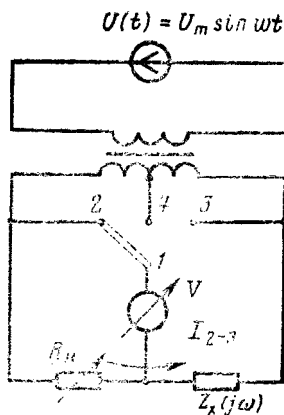


Рис. 1

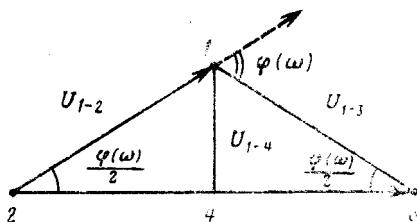


Рис. 2

Это равенство достигается при каждой новой частоте ω путем подбора величины R_n .

При выполнении равенства (1) мост однако не уравнивается и между точками 1—4 его схемы напряжение, не равное нулю. Из векторной диаграммы напряжений схемы (рис. 2) следует

$$\varphi_x(\omega) = \arcsin \frac{U_{1-4}}{U_{1-3}} \cdot \frac{U_c}{U_{1-2}} \quad (2)$$

Знак аргумента $\varphi_x(\omega)$ определяется по характеру изменения модуля $Z_x(\omega)$ при изменении ω , а именно, если при увеличении ω модуль $Z_x(\omega)$ увеличивается, то знак $\varphi_x(\omega)$ положительный, и отрицательный при уменьшении модуля сопротивления.

Если измеренное значение аргумента окажется больше 90° , то следует взять дополнительный угол

$$\varphi(\omega) = 180^\circ - \varphi_x(\omega)$$

Разработка методики проведения эксперимента

Определить последовательность операций, собрать схему экспериментальной установки, подготовить таблицу результатов эксперимента по изучению АЧФ и ФЧФ заданного преобразователем реального многоэлементного двухполюсника с потерями.

Определение схемы и значений параметров элементов реактивного двухполюсника

На рис. 3 изображены схемы и графики амплитудно-частотных функций реактивных трехэлементных двухполюсников с элементами без потерь.

Полные сопротивления этих двухполюсников определяют выражения (3) — (6):

$$Z_a(j\omega) = j\omega L_2 \frac{\omega_{02}^2 - \omega^2}{\omega_{01}^2 - \omega^2}; \quad \omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}; \quad \omega_{02} = \sqrt{\frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2 C_1}} \quad (3)$$

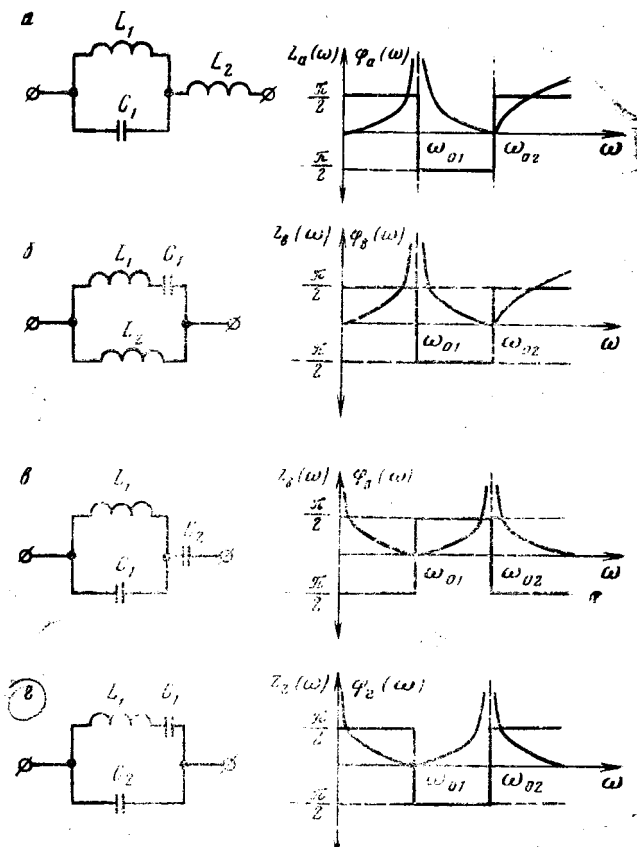


Рис. 3

$$Z_6(j\omega) = j\omega \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} \frac{\omega_{02}^2 - \omega^2}{\omega_{01}^2 - \omega^2}; \quad \omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{C_1(L_1 + L_2)}}; \\ \omega_{02} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad (4)$$

$$Z_B(j\omega) = \frac{C_1 + C_2}{j\omega C_1 C_2} \frac{\omega_{01}^2 - \omega^2}{\omega_{02}^2 - \omega^2}; \quad \omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{L_1(C_1 + C_2)}}; \\ \omega_{02} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} \quad (5)$$

$$Z_r(j\omega) = \frac{1}{j\omega C_2} \frac{\omega_{01}^2 - \omega^2}{\omega_{02}^2 - \omega^2}; \quad \omega_{01} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}; \\ \omega_{02} = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2 L_1}} \quad (6)$$

Принимая во внимание характер и взаимное расположение резонансных частот исследуемого двухполюсника, определить схемы реактивных двухполюсников с полученными частотными функциями $Z(\omega)$ и $\phi(\omega)$.

Используя выражения $Z(j\omega)$, ω_{01} , ω_{02} резонансных двухполюсников, определить величины их элементов L_i , C_i . При этом следует иметь в виду, что полное сопротивление реального двухполюсника определяется выражением

$$Z_x(j\omega) = R_x(\omega) + jX_x(\omega),$$

а реактивного — одним из выражений (3) — (6), т. е. вида

$$Z(j\omega) = jX(\omega).$$

Поэтому при определении величин трех элементов реактивных двухполюсников следует использовать три уравнения, двумя из которых являются выражения резонансных частот ω_{01} и ω_{02} , а третьим может быть уравнение

$$jX_x(\omega) = Z_i(j\omega),$$

при этом величина $X_x(\omega)$ при частном значении ω может быть определена в результате эксперимента.

Анализ влияния потерь в элементах фильтра на форму частотных функций двухполюсников

Рассчитать и построить график частотной функции реактивного двухполюсника и сопоставить ее с частотной функцией реального двухполюсника с аналогичной принципиальной схемой.

Сформулировать выводы по результатам сопоставления частотных функций реактивного двухполюсника и двухполюсника с потерями.

Дать физическое объяснение причин обнаруженных различий в частотных функциях двухполюсников с элементами без потерь и с потерями.

Содержание отчета

1. Методика экспериментальных исследований.
2. Таблица результатов исследований и экспериментальные графики частотных функций двухполюсника.
3. Схемы реактивных двухполюсников, расчеты их элементов, расчетные частотные функции.
4. Выводы по исследованию характера частотных функций двухполюсников с потерями и результатам их сопоставления с функциями реактивных двухполюсников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каллер М. Я. Теория линейных электрических цепей. М.: Транспорт, 1978.
2. Соловьев Н. Н. Измерительная техника в проводной связи, ч. II, М.: Связь, 1969.
3. Конспект лекций «Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики и связи».

Составители: В. М. Лисенков, А. А. Тихоненков

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНЫХ ФУНКЦИЙ ДВУХПОЛЮСНИКОВ

Методические указания
к учебно-исследовательской лабораторной работе
по дисциплине

«Теория линейных электрических цепей железнодорожной
телемеханики и связи»

Редактор **Т. Н. Тихомирова**
Техн. редактор **Н. Н. Васильева**
Корректор **И. Н. Терешкина**

Сдано в набор 14/XI 1984 г. Подписано в печать 14/II 1986 г.
Формат 60×90^{1/16}. Печ. л. 0,5 Зак. 1909. Тир. 500. Бесплатно.
Редакционно-издательский отдел МИИТа

Типография МИИТа, Москва, ул. Образцова, 15