**Задание 1.** Исследование частотных характеристик.

     Для схем, изображенных на рис.1п, найти:

     а. Указанную в таблице 1п комплексную передаточную функцию *H*(*j*ω), для чего к зажимам 1-1 присоединить источник, а к зажимам 2-2’сопротивление нагрузки *Z*н, которое носит резистивный характер.

     б. Выделить из комплексной передаточной функции АЧХ — H(ω) и ФЧХ - θ(ω). Записать найденные выражения в зависимости от относительной частоты Ω, где Ω = ω*L*/*R* или Ω = ω*RC*.

     в. Рассчитать найденные частотные характеристики на десяти частотах, включая 0 и ∞. Построить графики АЧХ и ФЧХ в зависимости от относительной частоты.

     г. Используя заданные параметры цепи *R*, *L*, *C*, сделать переход к угловой частоте ω [рад./с] и к реальной частоте *f*[Гц]. Изобразить ось реальных частот на графиках АЧХ и ФЧХ.

     д. Рассчитать схему замещения цепи для частот 0 и ∞. Найти значение передаточной функции для полученной схемы замещения, сравнить со значением полученной ранее функции.

е. Сделать вывод о способности четырехполюсника пропускать сигналы разных частот.

    

 а)     1                                 б)        2                           в)          3                            г) 4

    

 д)             5                        е)               6                     ж)          7                   з) 8

    

 и)            9                       к)          10                       л)         11                        м) 12

      

 н)        13                             о)            14                       п)        15                        р) 16



 с)          17                          т) 18

Рис. 1п.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар. | Схема | *Схема* | *L*, мГн | *C*, мкФ | *R*,Ом | *Zн*, Ом | Определить *H*(*j*ω) |
| **3220** |
| 1 | а | 1 | 10 | - | 4000 | 2*R* | *KI* |
| 2 | б | 2 | 200 | - | 10 | 4*R* | *KI* |
| 3 | в | 3 | - | 2.0 | 300 | 3*R* | *KI* |
| 4 | г | 4 | - | 0.5 | 1000 | *R* | *KI* |
| 5 | д | 5 | - | 0.1 | 500 | *R* | *KI* |
| 6 | е | 6 | - | 0.2 | 300 | 2*R* | *KI* |
| 7 | ж | 7 | - | 1.5 | 50 | 2*R* | *KI* |
| 8 | з | 8 | - | 2.5 | 600 | *R* | *KI* |
| 9 | и | 9 | 100 | - | 400 | 4*R* | *KI* |
| 10 | к | 10 | 150 | - | 200 | *R* | *KI* |
| 11 | п | 15 | 20 | - | 3000 | *R* | *KI* |
| 12 | о | 14 | 400 | - | 20 | 3*R* | *KI* |
| 13 | м | 12 | 40 | - | 400 | *R* | *KI* |
| 14 | л | 11 | - | 1.5 | 2000 | 2*R* | *KI* |
| 15 | н | 13 | - | 0.2 | 200 | 3*R* | *KI* |
| 16 | р | 16 | - | 0.1 | 400 | *R* | *KI* |
| 17 | т | 18 | - | 3.0 | 60 | 2*R* | *KI* |
| 18 | с | 17 | 20 | - | 500 | 2*R* | *KI* |
| 19 | и | 9 | 200 | - | 250 | *R* | *KI* |
| 20 | к | 10 | 80 |  | 400 | 3*R* | *KI* |
| 21 | а | 1 | 30 | - | 2500 | *R* | *KI* |
| 22 | б | 2 | 300 | - | 350 | *5R* | *KI* |
| 23 | п | 15 | 60 | - | 600 | 2*R* | *KI* |
| 24 | г | 4 | - | 4.5 | 4000 | *R* | *KI* |
| 25 | д | 5 | - | 0.5 | 300 | *R* | *KI* |
| 26 | е | 6 | - | 0.2 | 500 | *R* | *KI* |
| 27 | ж | 7 | - | 4.0 | 80 | 3*R* | *KI* |
| 28 | с | 17 | 60 | - | 150 | 2*R* | *KI* |
| 29 | м | 12 | 150 | - | 800 | 4*R* | *KI* |
| 30 | л | 11 | - | 3.5 | 200 | 3*R* | *KI* |

Таблица 1п.

**Задание 2.** Несинусоидальные периодические токи.

     На входе цепи рис.1п действует источник несинусоидального периодического сигнала - тока или напряжения, форма которого задана в таблице 2. Здесь под V следует понимать либо максимальное значение тока V = 10 А, либо максимальное значение напряжения V = 100 В. Характер воздействия определен выбором варианта задания и указан в таблице 2п: *i*1(*t*) или *u*1(*t*).

     Во всех вариантах задания считать, что на основной (первой) гармонике сигнала выполняются численные равенства *x*С1 = 2R; *x*L1 = 0,5R.

     Для сигналов прямоугольной формы 5 и 6 (табл.2) принять отношение длительности сигнала к периоду T равным любому из значений:

τ/T = 0,10;0,15;0,20;0,25.

     Параметры  цепи выбираются по номеру варианта из таблицы 1п.

     Требуется исследовать процесс прохождения сигнала в цепи, для чего следует:

     а. В соответствии с указанным вариантом подсоединить к входным за-

жимам источник сигнала, а к выходным - сопротивление нагрузки.

     б. Ограничиваясь первыми пятью значащими членами ряда Фурье, рассчитать амплитудный и фазовый спектр входного сигнала.

     в. Найти АЧХ и ФЧХ исследуемой цепи. Используя указанные выше соотношения резистивных и реактивных параметров, записать выражения для АЧХ и ФЧХ как функции целочисленной переменной k. Если эти характеристики уже были найдены при выполнении Задания 1, то перейти в них от относительной переменной к целочисленной - k. Найти численные значения характеристик для выбранных значений k.

     г. Рассчитать амплитудный и фазовый спектр выходного сигнала. Численные значения, определенные в пунктах б, в и г свести в таблицу.

     д.     Построить графики АЧХ и ФЧХ исследуемой цепи в зависимости от целочисленной переменной k.

     е. Записать выражение выходного сигнала как сумму гармоник и пост-

роить график этой функции. Сравнить этот график с построенным графиком входного сигнала.

     ж. Определить интегральные характеристики выходного сигнала:

       1. Действующее значение;

       2. Коэффициенты амплитуды, формы, нелинейных искажений.

Таблица 2п

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вар | Схема | Входной сигнал | Передаточная характеристика *H*(*jω*) | Выходной сигнал*b*(*t*) |
| вид | характер |
| 1 | а | 1 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 2 | б | 2 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 3 | в | 3 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 4 | г | 4 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 5 | д | 5 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 6 | е | 6 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 7 | ж | 7 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 8 | з | 8 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 9 | и | 1 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 10 | к | 2 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 11 | п | 3 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 12 | о | 4 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 13 | м | 5 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 14 | л | 6 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 15 | н | 7 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 16 | р | 8 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 17 | т | 1 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 18 | с | 2 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 19 | и | 3 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 20 | к | 4 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 21 | а | 5 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 22 | б | 6 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 23 | п | 7 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 24 | г | 8 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 25 | д | 1 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 26 | е | 2 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 27 | ж | 3 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 28 | с | 4 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 29 | м | 5 | *i*1 | *KI* | *i*2 |
| 30 | л | 6 | *i*1 | *KI* | *i*2 |

Разложение в ряд Фурье периодических функций

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| График *f*(*t*) | Ряд Фурье функции *f*(*t*) | Примечание |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image021.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image023.gifhttp://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image025.gif | k=1,3,5,...http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image027.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image028.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image030.gif | k=1,3,5,...http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image032.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image033.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image035.gif | k=1,3,5,...http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image037.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image038.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image040.gif | k=1,2,3,4,5http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image042.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image043.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image045.gif | k=1,3,5,...http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image047.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image048.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image050.gif | k=1,2,3,4,5http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image052.gif |
|  http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image053.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image055.gif | S=1,2,3,4,..http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image057.gif |
|     http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image058.gif | http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image060.gif | k=1,2,4,6,..http://www.ets.ifmo.ru/osipov/os1/2_1.files/image062.gif |