

Задание 1. Исследование частотных характеристик.

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

а. Указанную в таблице 1п комплексную передаточную функцию $H(j\omega)$, для чего к зажимам 1-1 присоединить источник, а к зажимам 2-2 сопротивление нагрузки Z_n , которое носит резистивный характер.

б. Выделить из комплексной передаточной функции АЧХ — $H(\omega)$ и ФЧХ — $\theta(\omega)$. Записать найденные выражения в зависимости от относительной частоты Ω , где $\Omega = \omega L/R$ или $\Omega = \omega RC$.

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. Сделать вывод о способности четырехполюсника пропускать сигналы разных частот.

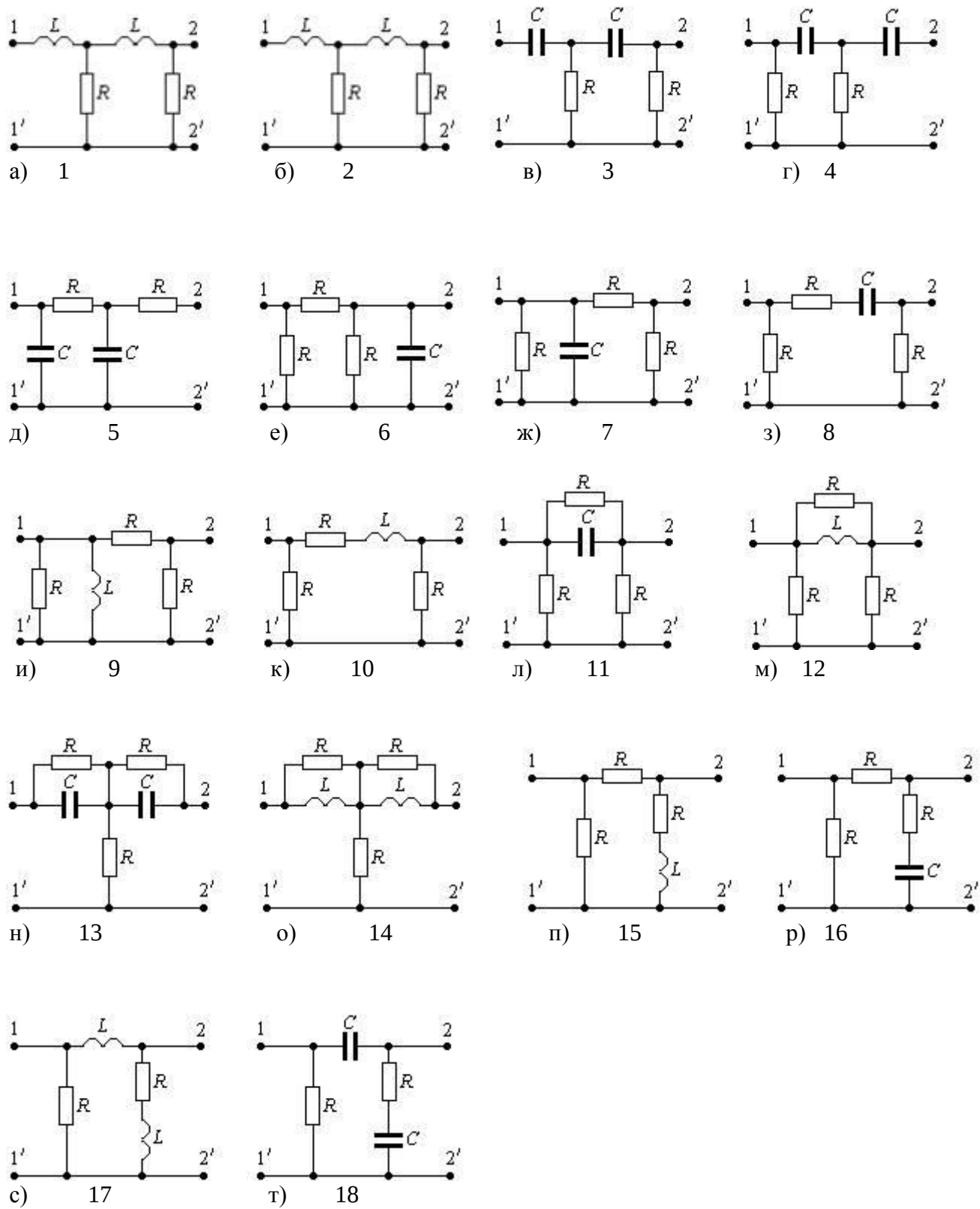


Рис. 1п.

Вар.	Схема	Схема	L, мГн	C, мкФ	R, Ом	Z _н , Ом	Определить H(jω)
							2147
1	а	1	10	-	4000	2R	Z _{пл.}
2	б	2	200	-	10	4R	Z _{пл.}
3	в	3	-	2.0	300	3R	Z _{пл.}
4	г	4	-	0.5	1000	R	Z _{пл.}
5	д	5	-	0.1	500	R	Z _{пл.}
6	е	6	-	0.2	300	2R	Z _{пл.}
7	ж	7	-	1.5	50	2R	Z _{пл.}
8	з	8	-	2.5	600	R	Z _{пл.}
9	и	9	100	-	400	4R	Z _{пл.}
10	к	10	150	-	200	R	Z _{пл.}
11	п	15	20	-	3000	R	Z _{пл.}
12	о	14	400	-	20	3R	Z _{пл.}
13	м	12	40	-	400	R	Z _{пл.}
14	л	11	-	1.5	2000	2R	Z _{пл.}
15	н	13	-	0.2	200	3R	Z _{пл.}
16	р	16	-	0.1	400	R	Z _{пл.}
17	т	18	-	3.0	60	2R	Z _{пл.}
18	с	17	20	-	500	2R	Z _{пл.}
19	и	9	200	-	250	R	Z _{пл.}
20	к	10	80		400	3R	Z _{пл.}
21	а	1	30	-	2500	R	Z _{пл.}
22	б	2	300	-	350	5R	Z _{пл.}
23	п	15	60	-	600	2R	Z _{пл.}
24	г	4	-	4.5	4000	R	Z _{пл.}
25	д	5	-	0.5	300	R	Z _{пл.}
26	е	6	-	0.2	500	R	Z _{пл.}
27	ж	7	-	4.0	80	3R	Z _{пл.}
28	с	17	60	-	150	2R	Z _{пл.}
29	м	12	150	-	800	4R	Z _{пл.}
30	л	11	-	3.5	200	3R	Z _{пл.}

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 $x_{C1} = 2R$; $x_{L1} = 0,5R$.

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

$$\tau/T = 0,10; 0,15; 0,20; 0,25.$$

Параметры цепи выбираются по номеру варианта из таблицы 1п.

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

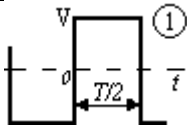
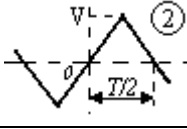
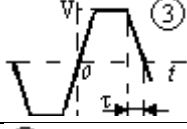
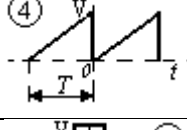
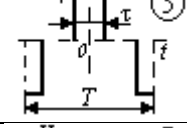
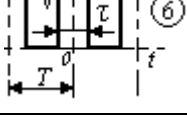
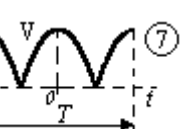
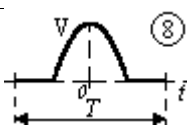
- а. В соответствии с указанным вариантом подсоединить к входным зажимам источник сигнала, а к выходным - сопротивление нагрузки.
- б. Ограничиваясь первыми пятью значащими членами ряда Фурье, рассчитать амплитудный и фазовый спектр входного сигнала.
- в. Найти АЧХ и ФЧХ исследуемой цепи. Используя указанные 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 построить 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 $H(j\omega)$	Выходной сигнал $u(t)$
		вид	характер		
1	а	1	i_1	Z_{II}	u_2
2	б	2	i_1	Z_{II}	u_2
3	в	3	i_1	Z_{II}	u_2
4	г	4	i_1	Z_{II}	u_2
5	д	5	i_1	Z_{II}	u_2
6	е	6	i_1	Z_{II}	u_2
7	ж	7	i_1	Z_{II}	u_2
8	з	8	i_1	Z_{II}	u_2
9	и	1	i_1	Z_{II}	u_2
10	к	2	i_1	Z_{II}	u_2
11	п	3	i_1	Z_{II}	u_2
12	о	4	i_1	Z_{II}	u_2
13	м	5	i_1	Z_{II}	u_2
14	л	6	i_1	Z_{II}	u_2
15	н	7	i_1	Z_{II}	u_2
16	р	8	i_1	Z_{II}	u_2
17	т	1	i_1	Z_{II}	u_2
18	с	2	i_1	Z_{II}	u_2
19	и	3	i_1	Z_{II}	u_2
20	к	4	i_1	Z_{II}	u_2
21	а	5	i_1	Z_{II}	u_2
22	б	6	i_1	Z_{II}	u_2
23	п	7	i_1	Z_{II}	u_2
24	г	8	i_1	Z_{II}	u_2
25	д	1	i_1	Z_{II}	u_2
26	е	2	i_1	Z_{II}	u_2
27	ж	3	i_1	Z_{II}	u_2
28	с	4	i_1	Z_{II}	u_2
29	м	5	i_1	Z_{II}	u_2
30	л	6	i_1	Z_{II}	u_2

Разложение в ряд Фурье периодических функций

Таблица 2

График $f(t)$	Ряд Фурье функции $f(t)$	Примечание
	$f(t) = \frac{4V}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\omega t}{k}$	$k=1,3,5,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{8V}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{\frac{k-1}{2}} \frac{\sin k\omega t}{k^2}$	$k=1,3,5,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{4V}{\omega T \pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin k\omega \tau}{k^2} \sin k\omega t$	$k=1,3,5,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{V}{2} - \frac{V}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin k\omega t$	$k=1,2,3,4,5$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{4V}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin \frac{k\omega \tau}{2} \cos k\omega t$	$k=1,3,5,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = V \left[\frac{\tau}{T} + \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin \frac{k\omega \tau}{2} \cos k\omega t \right]$	$k=1,2,3,4,5$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{4V}{\pi} \left[\frac{1}{2} + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{(-1)^{s+1}}{(2s)^2 - 1} \cos 2s\omega t \right]$	$S=1,2,3,4,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
	$f(t) = \frac{2V}{\pi} \left(\frac{1}{2} + \frac{\pi}{4} \cos \omega t + \frac{1}{1 \cdot 3} \cos 2\omega t - \frac{1}{3 \cdot 5} \cos 4\omega t + \frac{1}{5 \cdot 7} \cos 6\omega t \right)$	$k=1,2,4,6,\dots$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$