

УДК 621.38

Методические указания по дисциплине “Общая электротехника и электроника” – СПб.: изд. РГГМУ, 2002 – 28 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины “Общая электротехника и электроника”. Даются рекомендации по изучению дисциплины. Приводятся вопросы для самопроверки, рекомендуемая литература, перечень лабораторных работ и содержание контрольной работы с указаниями по ее выполнению и оформлению.

***Составители:* В.А. Большаков, доц. РГГМУ
Ю.М. Шапаренко, доц. РГГМУ**

***Ответственный редактор:* А.Д. Викторов, проф. РГГМУ**

***Рецензент:* В.В. Леонтьев, д.т.н., профессор СПб ГЭТУ «ЛЭТИ»**

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Цель дисциплины “Общая электротехника и электроника” – базовая подготовка студентов-гидрометеорологов по электротехнике и электронике, необходимая для изучения специальных технических дисциплин.

В результате изучения дисциплины студент должен знать: теоретические основы электротехники и электроники; устройство и принципы действия приборов, составляющих элементную базу современной электроники; принципы построения и работы основных электронных устройств и систем, а также уметь самостоятельно анализировать работу электронной аппаратуры на основе электрических схем и технических характеристик.

Изучение дисциплины включает следующие виды занятий: изучение материала по рекомендованной литературе в соответствии с программой; выполнение контрольной работы; выполнение лабораторных работ.

Контрольная работа должна быть сдана до начала лабораторно-экзаменационной сессии. В период сессии студенты выполняют лабораторные работы и сдают зачеты по дисциплине. Для сдачи зачета необходимо иметь отчеты по проделанным лабораторным работам и положительную рецензию на контрольную работу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Прянишников В.А.* Электроника. Курс лекций. – СПб.: КОРОНА принт, 2000.
2. *Прокофьев В. Н.* Электрические цепи. – Л.: ЛГМИ, 1991.
3. *Мержеевский А. И., Фокин А. А.* Электроника и автоматика в гидрометеорологии. – Л.: Гидрометеониздат, 1977.
4. *Морозов А. Г.* Электротехника, электроника и импульсная техника. – М.: Высшая школа, 1987.
5. *Основы промышленной электроники.* Учебник для вузов / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986.

ЗАДАЧИ И ЗАДАНИЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И ЛИНИИ СВЯЗИ

Задача 1

Мостовая измерительная схема, приведенная на рис. 1, состоит из резисторов с постоянными сопротивлениями R и чувствительных элементов, сопротивления которых равны: $R+\Delta R$ или $R-\Delta R$, где ΔR – приращение сопротивления, вызываемое изменением измеряемой величины. На зажимы питания моста подается постоянное напряжение.

Вывести зависимость напряжения U_x на зажимах измерительной диагонали моста от отношения $\Delta R/R$ для условий, указанных в таблице вариантов задачи. Построить график функции $U_x(\Delta R/R)$ при изменении отношения $\Delta R/R$ от 0 до 1.

Таблица вариантов задачи 1.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R_1	$R+\Delta R$	$R+\Delta R$	R	$R+\Delta R$	$R+\Delta R$	R	$R+\Delta R$	$R+\Delta R$	R	R
R_2	R	$R-\Delta R$	$R-\Delta R$	R	R	$R+\Delta R$	$R-\Delta R$	$R+\Delta R$	$R-\Delta R$	R
R_3	R	R	R	R	$R-\Delta R$	$R-\Delta R$	$R-\Delta R$	$R+\Delta R$	$R-\Delta R$	$R-\Delta R$
R_4	R	R	R	$R+\Delta R$	R	R	$R+\Delta R$	$R-\Delta R$	R	$R+\Delta R$

Пояснения

Выходное напряжение моста равно разности падений напряжения на резисторах R_1 и R_3

$$U_x = U_1 - U_3 = \frac{U_0}{R_1 + R_2} R_1 - \frac{U_0}{R_3 + R_4} R_3$$

Чтобы получить искомую зависимость, надо подставить в это выражение значения сопротивлений из таблицы вариантов задачи и произвести необходимые для его упрощения преобразования.

Литература:

[3]– с. 14–26.

Задача 2

На вход линейной электрической цепи (рис. 2) подается переменное напряжение $u = 10\sin(2\pi 10^4 t + \pi/3)$. В таблице вариантов задачи заданы параметры элементов цепи.

Преобразуя цепь, вычислить комплексные амплитуды и действующие значения токов в ветвях и падений напряжения на элементах. При этом комплексные амплитуды должны быть определены в алгебраической и показательной формах. Составить систему уравнений Кирхгофа и, подставив в них найденные комплексные амплитуды токов и напряжений, проверить правильность полученных результатов. Вычислить полную, активную и реактивную мощности цепи и коэффициент мощности. В дальнейшем комплексные величины отмечаются подчеркиванием. Отсутствие подчеркивания означает модуль комплексной величины. Сопряженная комплексная величина отмечается подчеркиванием и звездочкой справа от ее обозначения.

Таблица вариантов задачи 2

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R ₁ Ом	2	5	4	3	10	8	6	5	7	9
R ₂ Ом	10	12	18	15	11	12	10	18	15	11
L мГн	1,0	0,5	0,2	0,6	0,4	0,8	0,3	0,5	0,4	1,0
C мкФ	0,5	1,0	0,25	0,5	2,0	0,25	1,0	0,25	0,5	2,0

Пояснения

Для определения токов в ветвях цепи нужно сначала привести цепь к одноконтурной, объединяя сопротивления элементов. Обозначим комплексные сопротивления элементов:

$$\underline{Z}_1 = R_1; \quad \underline{Z}_2 = -jX_c = -j/2\pi f c; \quad \underline{Z}_3 = R_2; \quad \underline{Z}_4 = jX_L = j2\pi f L.$$

f – заданная частота входного напряжения. \underline{Z}_3 и \underline{Z}_4 включены последовательно, поэтому их общее сопротивление $\underline{Z}_{34} = \underline{Z}_3 + \underline{Z}_4$. Сопротивления \underline{Z}_2 и \underline{Z}_{34} параллельны, следовательно, их общее сопротивление $\underline{Z}_{234} = \underline{Z}_2 \underline{Z}_{34} / (\underline{Z}_2 + \underline{Z}_{34})$. Полное сопротивление цепи $\underline{Z}_0 = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_{234}$. По закону Ома $\underline{I}_{m1} = \underline{U}_m / \underline{Z}_0$, где \underline{U}_m и \underline{I}_{m1} – соответственно комплексные амплитуды входного напряжения и входного тока. Определив падение напряжения на разветвленном участке $\underline{U}_{m234} = \underline{I}_{m1} \underline{Z}_{234}$,

можно найти токи в ветвях $I_{m2} = U_{m234}/Z_2$, $I_{m3} = U_{m234}/Z_{34}$. Падение напряжения на отдельных элементах определяется по закону Ома.

Система уравнений Кирхгофа для проверки решения должна содержать три уравнения (по числу ветвей цепи): одно по первому закону (число узлов минус единица) и два по второму.

Действующие значения токов и напряжений равны амплитудным значениям, деленным на $\sqrt{2}$

Полная мощность цепи равна

$$\underline{S} = \underline{U}_m \underline{I}_{m1}^* / 2 = S \cdot e^{j\varphi} = P + jQ ,$$

где \underline{I}_{m1}^* – комплексно-сопряженная амплитуда тока \underline{I}_{m1} ; P (Вт) – активная мощность;

Q (вар) – реактивная мощность; S (В·А) – полная мощность ($S = \sqrt{P^2 + Q^2}$).

Коэффициентом мощности называется величина $\cos \varphi = P/S$.

Литература:

[2] – с. 20–36; [3]– с. 27–44; [4]– с. 39–58.

Задача 3

На последовательный колебательный контур (рис. 3) подается синусоидальное напряжение.

Вычислить неизвестные значения величин, указанных в таблице вариантов задачи знаком вопроса, по заданным значениям известных величин. Прочерками отмечены величины, которые не используются в решении.

Таблица вариантов задачи 3

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L мкГн	100	–	–	50	50	?	?	100	25	?
C пФ	–	–	100	50	?	80	?	?	16	?
R Ом	5	2	?	10	10	?	5	4	?	?
f_0 МГц	?	1	2	?	–	?	3	?	?	1
f МГц	–	1.5	–	?	2	?	–	?	?	2
U_{L0} U_{C0} В	?	–	?	?	?	–	?	–	?	?
ρ Ом	400	?	?	?	500	?	?	500	?	600
Q	?	100	?	?	?	100	80	?	100	120

Δf кГц	?	-	20	?	?	10	?	?	?	?
U В	10	5	?	8	?	-	10	-	?	6
U_C В	-	?	-	5	-	?	-	20	4	?
U_L В	-	?	-	10	-	5	-	?	1	?
I_0 А	?	?	1	?	?	-	-	-	0.5	?
I мА	-	?	-	-	10	5	-	100	-	?

Пояснения

В графе “Исходные данные” таблицы вариантов задачи перечислены: сопротивление резистора R ; индуктивность катушки индуктивности L ; емкость конденсатора C ; резонансная частота контура $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$; напряжение, подаваемое на контур U ; частота напряжения, подаваемого на контур f ; характеристическое сопротивление контура $\rho = \sqrt{L/C}$; добротность контура $Q = \rho/R$; полоса пропускания $\Delta f = f_0/Q$; ток в контуре при резонансе $I_0 = U/R$; напряжения на катушке индуктивности и на конденсаторе при резонансе $U_{L0} = U_{C0} = I_0\rho = U\rho/R = UQ$; ток в контуре на частоте f

$I = U/Z = \frac{I_0}{\sqrt{1+\xi^2}}$ ($Z = R\sqrt{1+\xi^2}$ – сопротивление контура на частоте f , $\xi = \frac{X_L - X_C}{R}$ – расстройка; $X_L = 2\pi fL = \rho f/f_0$ и $X_C = 1/2\pi fC = \rho f_0/f$ – индуктивное и емкостное сопротивления); напряжения на катушке индуктивности и на конденсаторе на частоте f $U_L = IX_L$, $U_C = IX_C$, $U_L/U_C = f^2/f_0^2$.

Для всех напряжений и токов задаются в таблице вариантов и вычисляются при решении задачи их действующие значения.

Литература:

[2]– с. 65–67; [3]– с. 82–90; [4]– с. 58–61.

Задача 4

Найти неизвестные значения величин, указанных знаком вопроса в таблице вариантов задачи для параллельного колебательного контура, приведенного на рис. 4, по заданным значениям известных величин. Прочерками отмечены величины, которые в решении не используются.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R Ом	5	?	?	?	?	4	10	?	20	?
L мкГн	50	?	?	100	–	200	?	–	100	–
C пФ	20	?	100	400	–	?	?	–	?	–
f_0 МГц	?	2	?	?	4	?	2	?	?	5
I мА	1	2	?	?	?	4	–	2	?	?
f МГц	–	3	–	0.5	2	–	4	?	–	10
ρ Ом	?	400	1000	?	1000	?	?	500	?	?
Q	?	100	?	70	?	80	?	100	?	50
Δf кГц	?	–	80	–	?	?	?	100	?	?
Z_0 кОм	?	?	?	?	50	?	40	?	50	?
$I_{L0} I_{C0}$ мА	?	–	250	–	?	?	–	–	?	100
U_0 В	?	–	?	40	50	?	–	?	–	100
Z кОм	–	?	–	?	–	–	?	?	2	?
U В	–	?	–	2	?	–	–	5	4	?

Пояснения

Характеристическое сопротивление ρ , добротность Q , резонансная частота f_0 , полоса пропускания Δf определяются для параллельного контура так же, как и для последовательного (см. пояснения к задаче 3). Кроме них графа “Исходные данные” содержит: питающий контур ток I ; частоту этого тока f ; сопротивление контура при резонансе $Z_0 = L/CR = \rho^2/R$; токи в ветвях катушки индуктивности и конденсатора при резонансе $I_{L0} = I_{C0} \approx IQ$; падение напряжения на контуре при резонансе $U_0 = IZ_0$; сопротивление контура на частоте f : $Z = Z_0/\sqrt{1+\xi^2}$ (величины ξ , X_L , X_C определяются так же, как и в последовательном контуре); напряжение на контуре при частоте f : $U = U_0/\sqrt{1+\xi^2}$.

Для всех напряжений и токов заданы и вычисляются при решении задачи их действующие значения.

Литература:

[2]– с. 67–69; [3]– с. 90–93; [4]– с. 64–66.

Задача 5

На рис. 5 приведены две схемы линейных четырехполюсников, нагруженных на активное сопротивление $Z_H = 1000 \text{ Ом}$. Напряжение входного синусоидального сигнала $\underline{U}_1 = U_1 = 10 \text{ В}$. Частота входного сигнала $f = 1 \text{ МГц}$. В таблице вариантов задачи заданы вариант схемы и комплексные сопротивления ее элементов Z_1, Z_2 .

Вычислить: комплексный коэффициент передачи напряжения \underline{K} , его модуль K и фазовый сдвиг φ ; входное сопротивление четырехполюсника $Z_{вх}$; действующие значения входного тока I_1 , тока нагрузки I_2 и напряжения U_2 на нагрузочном сопротивлении Z_H ; параметры элементов четырехполюсника – сопротивление R , индуктивность L , емкость C .

Таблица вариантов задачи 5

Исходные данные	В а р и а н т ы				
	1	2	3	4	5
Схема	а				
$Z_1 \text{ Ом}$	-j47	-j230	50	j1000	1000
$Z_2 \text{ Ом}$	100	j2000	j125	-j2500	-j1600
Исходные данные	В а р и а н т ы				
	6	7	8	9	10
Схема	б				
$Z_1 \text{ Ом}$	100	-j1600	500	j1000	-j160
$Z_2 \text{ Ом}$	j628	1500	-j1000	200	j50

Пояснения

Параметры элементов четырехполюсника вычисляются из соотношений: $Z_R = R$; $Z_C = -jX_C = -j/2\pi fC$; $Z_L = jX_L = j2\pi fL$.

Остальные искомые величины определяются через A – параметры четырехполюсника.

Для схемы 5а: $\underline{A}_{11} = 1 + Z_1/Z_2$; $\underline{A}_{12} = Z_1$; $\underline{A}_{21} = 1/Z_2$; $\underline{A}_{22} = 1$.

Для схемы 5б: $\underline{A}_{11} = 1$; $\underline{A}_{12} = Z_2$; $\underline{A}_{21} = 1/Z_1$; $\underline{A}_{22} = 1 + Z_2/Z_1$.

Комплексный коэффициент передачи четырехполюсника по напряжению

$$\underline{K} = \underline{U}_2/\underline{U}_1 = Z_H / (\underline{A}_{11}Z_H + \underline{A}_{12}) = K e^{j\varphi},$$

где K – модуль коэффициента передачи, φ – фазовый сдвиг. Входное сопротивление четырехполюсника $Z_{вх} = \underline{U}_1 / \underline{I}_1 = (\underline{A}_{11}Z_2 + \underline{A}_{12}) / (\underline{A}_{21}Z_2 + \underline{A}_{22})$. Входной ток $\underline{I}_1 = \underline{U}_1 / Z_{вх}$. Напряжение на нагрузке $\underline{U}_2 = \underline{U}_1 K$. Ток в нагрузке $\underline{I}_2 = \underline{U}_2 / Z_{н}$. Действующие значения I_1, U_2, I_2 равны модулям соответствующих комплексных чисел.

Литература:

[3]– с. 55–58; [4]– с. 68–75.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

Задание 1

Опишите устройство и принцип работы электронного прибора, указанного в таблице вариантов задания. Приведите его стандартное условное обозначение, технические характеристики и параметры.

Таблица вариантов задания 1

Номер варианта	Тип электронного прибора
1	Выпрямительный диод
2	Полупроводниковый стабилитрон
3	Туннельный диод
4	Фотодиод
5	Светодиод
6	Тиристор
7	Биполярный транзистор
8	Полевой транзистор с управляющим р–п-переходом
9	Полевой транзистор с изолированным затвором
10	Электронно-лучевая трубка

Литература:

[1]– с. 20–73; [3]– с. 156–181, 190; [4]– с. 310–318, 320–348; [5]– с. 21–40, 53–78.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ

Задание 2

Приведите электрическую схему и опишите принцип работы устройства, указанного в таблице вариантов задания. Перечислите его основные характеристики и параметры.

Номер варианта	Тип устройства
1	Однополупериодный выпрямитель
2	Двухполупериодный выпрямитель
3	Умножитель напряжения
4	П-образные сглаживающие LC- и RC-фильтры
5	Параметрический стабилизатор постоянного напряжения
6	Компенсационный стабилизатор постоянного напряжения
7	Параметрический стабилизатор тока
8	Электромагнитное реле
9	Электронный преобразователь постоянного напряжения (конвертор) с самовозбуждением
10	Последовательный электронный фильтр

Литература:

[1]– с. 310–347; [3]– с. 312–320, 339–343; [5]– с. 225–270.

ГЕНЕРАЦИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНЫХ СИГНАЛОВ

Задача 6

Электронный усилитель, состоящий из трех каскадов с коэффициентами усиления по напряжению K_1 , K_2 , K_3 , охвачен цепью отрицательной обратной связи с коэффициентом передачи β (рис.6). Напряжение входного сигнала U_1 . Напряжение сигнала на выходе усилителя U_2 .

Найти значения неизвестных величин, отмеченных знаком вопроса в таблице вариантов задачи.

Таблица вариантов задачи 6

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K_1 дБ	20	20	10	10	?	20	10	15	20	40
K_2 дБ	40	20	20	15	10	10	30	30	?	40
K_3 дБ	?	20	20	15	20	10	20	15	20	20
U_1 мВ	10	5	100	?	80	50	30	?	20	60
U_2 В	5	?	1	10	8	?	6	2	4	3
β	0,0019	0,001	?	0,01	0,005	0,04	?	0,0015	0,004	?

Пояснения

Суммарный коэффициент усиления трехкаскадного усилителя при разомкнутой цепи обратной связи $K = K_1 K_2 K_3$ или в децибелах

$$K_{дБ} = K_{1дБ} + K_{2дБ} + K_{3дБ},$$

где $K_{идБ} = 20 \lg K_i$.

Коэффициент усиления усилителя с отрицательной обратной связью

$$K_{ос} = U_2/U_1 = K/(1+\beta K).$$

Литература:

[1]– с. 180–190; [3]– с. 223–229; [4]– с. 366–369; [5]– с. 118–122.

Задание 3

Привести принципиальную электрическую схему усилительного каскада, тип которого указан в таблице вариантов задания. Пояснить назначение элементов схемы, принцип работы и назначение усилителя.

Таблица вариантов задания 3

Номер варианта	Тип усилителя
1	Апериодический (резисторный) усилительный каскад на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером
2	Резонансный усилитель на транзисторе по схеме с общим эмиттером
3	Апериодический (резисторный) усилитель на полевом транзисторе по схеме с общим истоком
4	Дифференциальный каскад на транзисторах
5	Резонансный усилитель на полевом транзисторе по схеме с общим истоком
6	Каскад с параллельной обратной связью по напряжению на операционном усилителе
7	Избирательный каскад на операционном усилителе с RC-фильтром в цепи обратной связи
8	Двухтактный трансформаторный усилительный каскад на транзисторах
9	Бестрансформаторный двухтактный усилительный каскад на транзисторах
10	Апериодический (резисторный) усилитель на транзисторе по схеме с общим коллектором (эмиттерный повторитель)

Литература:

[1]– с. 180–196; [3]– с. 206–207, 218–220, 222, 237; [4]– с. 369–379, 385–387; [5]– с. 94–152

Задание 4

Привести принципиальную электрическую схему автогенератора гармонических колебаний, тип которого указан в таблице вариантов задания. Описать назначение элементов схемы и принцип ее работы.

Таблица вариантов задания 4

Номер варианта	Тип автогенератора
1	LC-автогенератор на биполярном транзисторе с индуктивной обратной связью и последовательным питанием
2	LC-автогенератор на полевом транзисторе с индуктивной обратной связью и параллельным питанием
3	LC-автогенератор на полевом транзисторе с автотрансформаторной обратной связью и параллельным питанием
4	LC-автогенератор на полевом транзисторе с емкостной обратной связью и параллельным питанием
5	LC-автогенератор на туннельном диоде
6	RC-автогенератор на транзисторах с фазосдвигающей Г-образной RC-цепью обратной связи
7	RC-автогенератор с мостом Вина на операционном усилителе
8	RC-автогенератор с двойным Т-мостом на операционном усилителе
9	LC-автогенератор на операционном усилителе
10	Автогенератор с кварцевой стабилизацией частоты на транзисторе

Литература:

[1]– с. 236–249; [3]– с. 241, 246, 247–249; [5]– с. 158–174.

ИМПУЛЬСНЫЕ И ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Задача 7

В таблице вариантов задачи даны логические функции $Y(X_1, X_2)$.

Приведите схему, реализующую заданную функцию и таблицу состояний (таблицу истинности) этой схемы.

Таблица вариантов задачи 7

Исходные данные	Варианты				
	1	2 ¹	3	4	5
Y	$X_1 + X_2$	$\overline{\overline{X_1 \cdot X_2}}$	$\overline{X_1} \cdot X_2$	$\overline{\overline{X_1 \cdot X_2}}$	$\overline{X_1 + X_2}$
Исходные данные	Варианты				
	6	7	8	9	10
Y	$\overline{\overline{X_1 + X_2}}$	$\overline{\overline{X_1 + X_2}}$	$\overline{X_1} + \overline{X_2}$	$X_1 \cdot X_2$	$X_1 + \overline{X_2}$

Пояснения

Схема может состоять из одного или нескольких логических элементов с использованием стандартных условных обозначений логических функций отрицания, сложения и умножения. Таблицей истинности логической схемы называется таблица ее состояний, в которой приводятся все возможные комбинации двоичных сигналов 0 и 1 на входах X_1 , X_2 схемы и соответствующие им двоичные состояния выхода Y.

Литература:

[1]– с. 123–130; [4]– с. 420–430; [5]– с. 185–191.

Задание 5

Привести принципиальную электрическую схему импульсного устройства, тип которого указан в таблице вариантов задания. Пояснить назначение элементов схемы и принцип работы устройства.

Таблица вариантов задания 5

Номер варианта	Тип импульсного устройства
1	Триггер Шмитта на операционном усилителе
2 ¹	Симметричный мультивибратор на транзисторах с коллекторно-базовыми связями
3	Мультивибратор на операционном усилителе с использованием триггера Шмитта
4	Одновибратор (ждуший мультивибратор) на операционном усилителе

Продолжение таблицы вариантов задания 5

5	Мультивибратор на логических элементах
6	Генератор линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения на транзисторе
7	Генератор линейно изменяющегося (пилообразного) напряжения на операционном усилителе
8	Блокинг-генератор на транзисторе
9	Ждущий мультивибратор на транзисторах с коллекторно-базовыми связями
10	Ждущий мультивибратор на логических элементах

Литература:

[3]– с. 295, 298; [4]– с. 407–413; [5]– с. 202–211.

Задание 6

Привести электрическую схему цифрового устройства, тип которого указан в таблице вариантов задания, пояснить его назначение и принцип работы.

Таблица вариантов задания 6

Номер варианта	Тип цифрового устройства
1	RS-триггер
2	D-триггер
3	T-триггер
4	JK-триггер
5	Счетчик импульсов
6	Аналого-цифровой преобразователь последовательного типа
7	Сдвигающий регистр с последовательным вводом информации
8	Шифратор, дешифратор
9	Мультиплексор, демультиплексор
10	Цифро-аналоговый преобразователь

Литература:

[1]– с. 123–167, 274–300; [4]– с. 431–440; [5]– с. 191–202.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Задача 8

Несущее колебание $U_{\text{мо}} \sin 2\pi f_0 t$ промодулировано по амплитуде одним тоном низкой частоты $U_{\text{мн}} \sin 2\pi F t$. Вычислить значения ве-

личин, отмеченных в таблице вариантов задачи знаком вопроса по заданным исходным данным. Написать математическое выражение амплитудно-модулированного колебания с учетом исходных данных и результатов расчета и построить его спектр.

Таблица вариантов задачи 8

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_{\max} В	12	?	14	?	?	10	?	?	?	15
U_{\min} В	4	?	?	8	?	?	10	?	8	?
$U_{\text{мо}}$ В	?	10	?	?	12	?	15	?	?	10
f_0 МГц	10	100	1	0,1	100	1	0,1	10	100	1
F кГц	10	50	1	5	1000	5	0,1	100	10	10
$U_{\text{мн}}$ В	?	?	8	?	6	?	?	4	8	?
m	?	0,5	?	0,4	?	0,25	?	0,5	?	?

Пояснения

Амплитудно-модулированное колебание имеет вид

$$u_{\text{AM}} = U_{\text{мо}} \cos \omega_0 t + 0,5mU_{\text{мо}} \cos(\omega_0 - \Omega)t + 0,5mU_{\text{мо}} \cos(\omega_0 + \Omega)t,$$

где $\omega_0 = 2\pi f_0$ – частота несущего колебания; $\Omega = 2\pi F$ – частота модулирующего колебания; $m = U_{\text{мн}}/U_{\text{мо}}$ – коэффициент модуляции; $U_{\text{мо}}$ – амплитуда несущего колебания; $U_{\text{мн}}$ – амплитуда модулирующего колебания.

Максимальное и минимальное значения амплитудно-модулированного колебания:

$$U_{\max} = U_{\text{мо}} + U_{\text{мн}} = U_{\text{мо}}(1 + m);$$

$$U_{\min} = U_{\text{мо}} - U_{\text{мн}} = U_{\text{мо}}(1 - m),$$

соответственно

$$U_{\max}/U_{\min} = (1 + m)/(1 - m);$$

$$m = (U_{\max} - U_{\min})/(U_{\max} + U_{\min});$$

$$U_{\text{мо}} = (U_{\max} + U_{\min})/2.$$

Вид частотного спектра амплитудно-модулированного колебания показан на рис. 7.

Литература:

[1]– с. 250–255; [3]– с. 73–75.

Задача 9

Импульсная радиолокационная станция измеряет полярные координаты объекта в пространстве.

Определите величины, отмеченные в таблице вариантов задачи знаком вопроса.

Таблица вариантов задачи 9

Исходные данные	В а р и а н т ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f кГц	?	1	?	?	1	?	?	2	?	?
T мкс	?	?	500	?	?	800	?	?	1000	?
D_m км	?	?	?	150	?	?	75	?	?	180
t_0 мкс	600	?	?	300	?	400	?	150	?	90
D км	?	50	?	?	75	?	45	?	60	?
τ мкс	1	?	?	0,5	?	1	?	?	?	1
Q	1000	?	500	?	?	?	1000	500	?	?
ΔD м	?	150	?	?	120	?	?	?	120	?
ϵ рад	?	0,01	0,01	0,02	?	0,01	?	0,01	0,02	?
h м	1000	?	600	?	1500	?	600	?	?	1000

Пояснения

В перечень исходных данных таблицы вариантов задачи входят: частота f зондирующих импульсов, излучаемых станцией, период $T = 1/f$ следования зондирующих импульсов; максимальная измеряемая дальность $D_m = cT/2$ ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме); дальность D до объекта; время $t_0 = 2D/c$ от момента излучения зондирующего импульса до получения импульса, отраженного от объекта; длительность τ зондирующего импульса; скважность зондирующих импульсов $Q = T/\tau$; разрешающая способность по дальности $\Delta D = 0,5c\tau$; угол места ϵ ; высота объекта $h = D \sin \epsilon$.

Литература:

[3]– с. 359–363.

РИСУНКИ К ЗАДАЧАМ

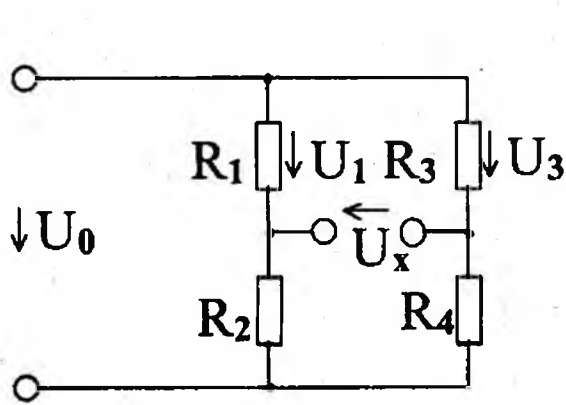


Рис. 1

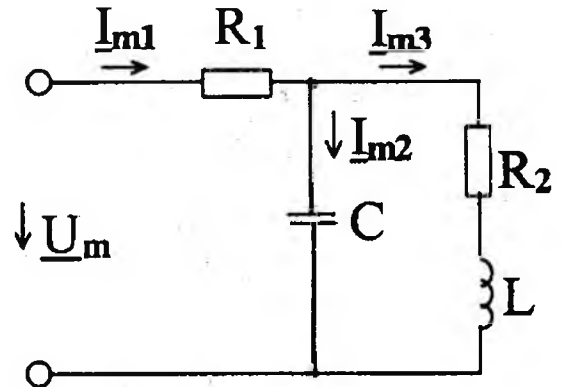


Рис. 2

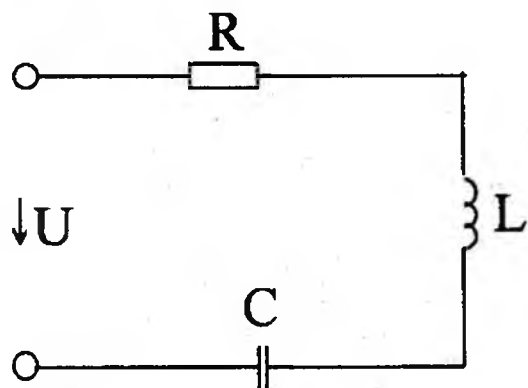


Рис. 3

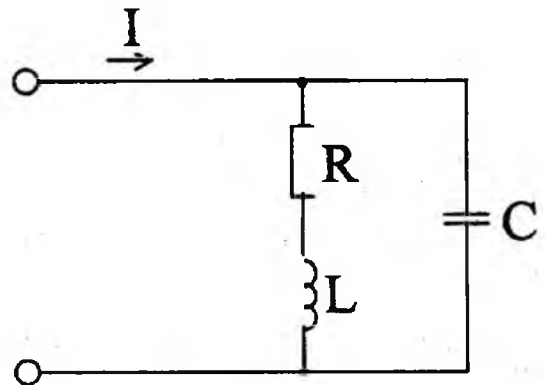
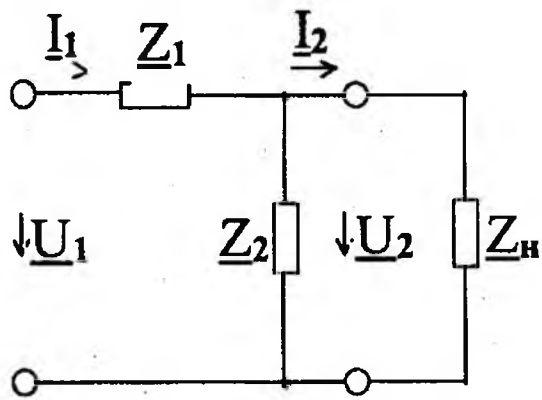
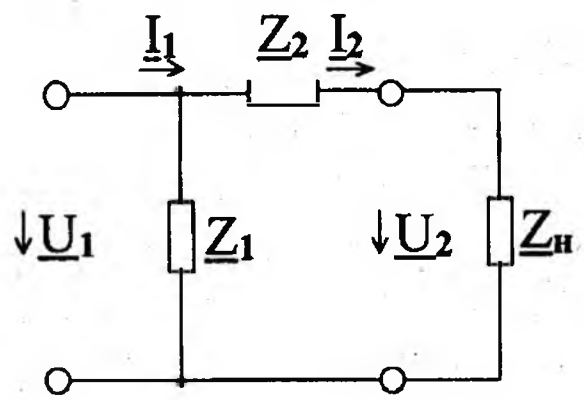


Рис. 4



а)

Рис. 5



б)

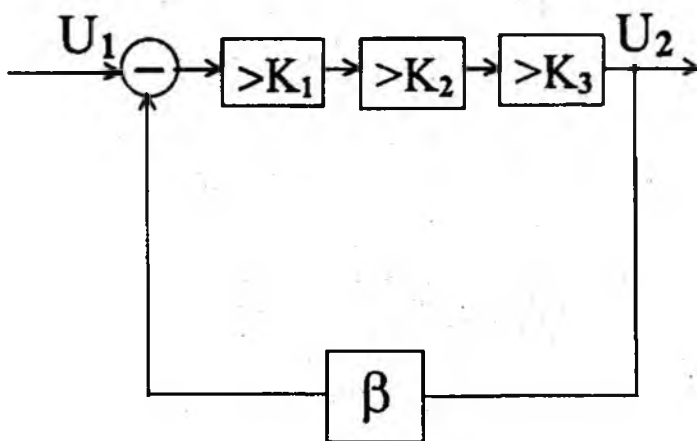


Рис. 6

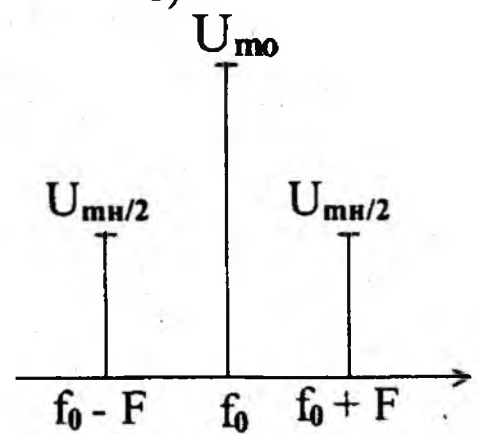


Рис. 7

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания	3
Указания по разделам	4
Перечень лабораторных работ	10
Контрольная работа	11