Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище им. Н. Э. Баумана

Ю. М. КЛЕЦКО, С. И. МАСЛЕННИКОВА

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Домашнее задание № 2

по курсу ТОЭ с методическими указаниями
по выполнению и защите

Москва 1985

Домашнее задание № 2

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Каждый вариант задания включает в себя 4 задачи (вариант Iа, например, состоит из задач I.Iа, 2.Iа, 3.Iа, 4.Iа. Вторая цифра и буква соответствуют номеру варианта студента, первая цифра – номеру задачи, входящей в задание).

Задание

I. Для схемы I каждого варианта выбрать метод расчета независимых начальных условий и вынужденной составляющей для указанного на схеме стрелкой тока или напряжения из условия составления минимального числа независимых уравнений, необходимых для определения этого тока или напряжения.

2. Для схемы 2 определить значение всех токов и напряжений, а также их производных для моментов времени $t = 0_-, 0_+, \infty$. Результаты расчета занести в табл. I.

Таблица I

t	i_L	$\frac{di_L}{dt}$	....	....	u_C	$\frac{du_C}{dt}$	....
0_-							
0_+							
∞							

Считая корни характеристического уравнения известными (см. далее таблицу вариантов), не определяя постоянных интегрирования дифференциального уравнения, построить качественно зависимость во времени одного из токов или напряжений. Объяснить, как определяется длительность (время) переходного процесса по известным корням характеристического уравнения.

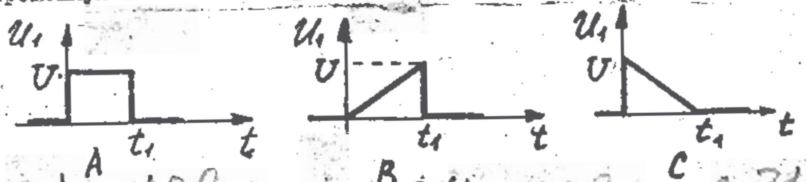
3. Для схемы 3 определить законы изменения во времени токов и напряжений, указанных на схеме стрелками. Построить временные зависимости найденных величин.

4. Для схемы 4 определить переходную и импульсную характеристики цепи.

Для всех схем входное напряжение $u_1(t)$ подключено к зажимам I-I', выходное напряжение $u_2(t)$ снимается с зажимов 2-2'.

Пользуясь любой из найденных характеристик, определить реакцию цепи $u_2(t)$ на заданное входное воздействие $u_1(t)$.

Для вариантов с I по IO воздействие вида IA, с II по 20 – IБ, с 2I по 30 – IB (рис. I). Для всех вариантов U = IO B; t_1 следует выбрать равным постоянной времени цепи. Построить временную зависимость $u_2(t)$.



с 1 по 10 вар. с 11 по 20 вар. с 21 по 30.

Рис. I

U = 10 B

$t_1 = \frac{1}{|P|}$

Ключ замыкающий

Ключ размыкающий

Рис. 2

Примечание. I. В соответствии с ГОСТ на схемах указано начальное положение ключа (рис. 2). 2. Все параметры даны в единицах СИ.

Только для расчетов С–В[Р]

УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 2 И ЕГО ЗАЩИТЕ

Задачи I, 2, 3 решаются классическим методом анализа электромагнитных процессов.

Расчет переходных процессов классическим методом сводится к решению системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, составленных на основании законов Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений. Эта система приводится к неоднородному дифференциальному уравнению n-го порядка, общее решение которого

$$y(t) = y_2(t) + y_{ов}(t),$$

где $y_2(t)$ – частное решение неоднородного дифференциального уравнения;

$y_{ов}(t)$ – общее решение однородного уравнения.

Здесь под $y(t)$ понимается любой искомый ток или напряжение. Частное решение неоднородного уравнения определяется видом функции, стоящей в правой части уравнения, и поэтому называется вынужденной составляющей $y_{вын}(t)$. Для цепей с постоянными или периодическими напряжениями (или токами) источников энергии вынужденное решение совпадает с установившимися значениями искомых величин. Общее решение $y_{оп}(t)$ однородного уравнения описывает электромагнитный процесс, происходящий без воздействия внешних источников, и называется свободной составляющей $y_{св}(t)$. Из теории дифференциальных уравнений известно, что решение однородного уравнения

$$y_{св}(t) = \sum_{s=1}^{n} A_s e^{p_s t},$$

где p_s – корни характеристического уравнения;

A_s – постоянные интегрирования, определяемые из начальных условий.

Основными вопросами при определении $y(t)$ являются: расчет начальных условий, вынужденной составляющей, составление характеристического уравнения, нахождение постоянных интегрирования.

Задача I

Определение независимых начальных условий и вынужденной составляющей для тока или напряжения $y(t)$ сводится к нахождению частного решения дифференциального уравнения, отражающего поведение цепи при одном из двух положений ключа. Частное решение определяет установившиеся режимы в докоммутационной и послекоммутационной схемах. При определении независимых начальных условий неизвестными являются токи в индуктивностях и напряжения на емкостях. Если в схеме действуют источники постоянного тока и напряжения, то в установившемся режиме ток в ветви с емкостью равен нулю и напряжение на индуктивности равно нулю, однако напряжение на емкости и ток в индуктивности в общем случае нулю не равны. Установившиеся значения неизвестных токов и напряжений в этом случае определяются известными методами расчета резистивных цепей. Выбор метода расчета зависит от числа независимых уравнений, составленных для схемы. Чем меньше число уравнений, тем, естественно, проще расчет.

Пример. Найти независимые начальные условия и вынужденные составляющие для тока i_1 и напряжения u_C схемы, представленной на рис. 3.

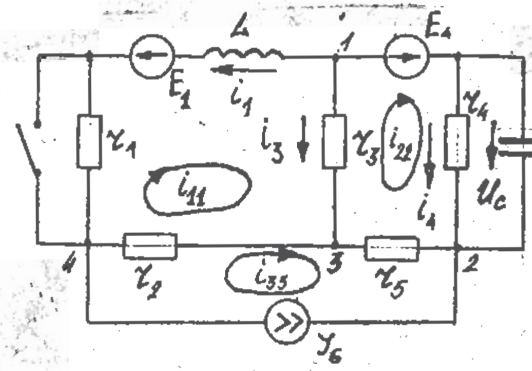


Рис. 3

Напряжение на емкости равно $i_4 r_4$. Следовательно, расчет U_C сводится к определению тока i_4.

Непосредственное использование системы уравнений по законам Кирхгофа, использование метода контурных токов, метода узловых потенциалов приводит к решению системы независимых уравнений следующего порядка:

I. При определении начальных условий: а) по законам Кирхгофа – 5; б) по методу контурных токов – 2; в) по методу узловых потенциалов – 3.

2. При определении вынужденной составляющей: а) по законам Кирхгофа – 5; б) по методу контурных токов – 2; в) по методу узловых потенциалов – 2.

Для определения тока i_4 (или напряжения U_C) можно использовать метод эквивалентного генератора, позволяющий понизить порядок системы уравнений. В данном примере при использовании метода эквивалентного генератора напряжения порядок системы снижается до I. Однако общая трудоемкость расчета не меньше, чем при использовании метода контурных токов.

Рассмотрим определение независимых начальных условий с использованием метода контурных токов:

$$\left.\begin{aligned} &i_{11}(r_1+r_2+r_3)-i_{22}r_3-i_{33}r_2=-E_1,\\ &i_{22}(r_3+r_4+r_5)-i_{11}r_3-i_{33}r_5=E_4,\\ &i_{33}=-J_6 \end{aligned}\right\} \qquad (I)$$

Ток i_1 и напряжение U_C равны соответственно

$$i_1=-i_{11}\ ,\quad i_4=i_{22}\ ,\quad U_C=i_4 r_4 .$$

При определении вынужденной составляющей данным методом в системе уравнений (I) будет отсутствовать сопротивление r_1 (оно закорачивается).

Рассмотрим определение вынужденной составляющей методом узловых потенциалов. Примем $\varphi_4=0$. Тогда $\varphi_1=-E_1$ и

$$\left.\begin{aligned} &\varphi_2(g_4+g_5)-\varphi_1 g_4-\varphi_3 g_5=J_6+E_4 g_4,\\ &\varphi_3(g_2+g_3+g_5)-\varphi_1 g_3-\varphi_2 g_5=0. \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Ток i_1 и напряжение U_C через потенциалы узлов находим следующим образом:

$$E_4=U_{C\text{в}}-(\varphi_1-\varphi_2) \longrightarrow U_C=E_4+\varphi_1-\varphi_2 ,$$

$$i_{3\text{в}}=\frac{\varphi_1-\varphi_5}{r_3}\ ,\quad i_{4\text{в}}=\frac{E_4-(\varphi_1-\varphi_2)}{r_4}\ ,$$

$$i_{1\text{в}}=i_{3\text{в}}-i_{4\text{в}} .$$

Задача 2

Для схемы на рис. 4 определить значения всех токов, напряжений U_C, U_L для моментов времени $t=0_-, 0_+, \infty$, если E = 30 В, r = I0 Ом, L = I0 мГн, C = I00 мкФ, $p_{1,2}$ = = –I00 ±I00j I/с.

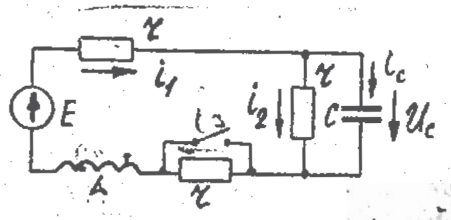


Рис. 4

Рассчитываем схему до коммутации и определяем:

$$i_1(0_-)=\frac{E}{3r}=1A\ ,\quad i_2(0_-)=\frac{E}{3r}=1A\ ,\quad i_3(0_-)=0\ ;$$

$$U_L(0_-)=0,\quad \frac{di_L}{dt}(0_-)=\frac{U_L(0_-)}{L}=0,\quad \frac{dU_C}{dt}(0_-)=\frac{i_3(0_-)}{C}=0,$$

$$U_C(0_-)=i_2(0_-)r=\frac{E}{3}=10\,B.$$

В соответствии с законами коммутации

$$i_1(0_-)=i(0_+)=1A\ ,\quad U_C(0_-)=U_C(0_+)=10\,B.$$

Для схемы после коммутации составляем уравнения по законам Кирхгофа для мгновенных значений токов и напряжений. Эти уравнения действительны в течение времени от $t=0_+$ до $t=\infty$.

Если в эти уравнения подставить время $t=0_+$ и найденные значения $i_L(0_+)$ и $u_C(0_+)$, можно определить зависимые начальные условия. При составлении уравнений контуры необходимо выбирать таким образом, чтобы использовать уже найденные независимые начальные условия.

Система уравнений по законам Кирхгофа для схемы после коммутации

$$E=i_1 r+u_C+u_L;\quad 0=u_C-i_2 r;\quad i_1=i_2+i_3.$$

Откуда при $t=0_+$ получим:

$$E=i_1(0_+)r+u_C(0_+)+u_L(0_+),$$

$$0=u_C(0_+)-i_2(0_+)r,$$

$$i_1(0_+)=i_2(0_+)+i_3(0_+).$$

Следовательно,

$$u_L(0_+)=10\,B;\quad \frac{di_1}{dt}(0_+)=\frac{u_L(0_+)}{L}=1000\,A/c;$$

$$i_2(0_+)=\frac{u_C(0_+)}{r}=1A;\quad i_3(0_+)=i_1(0_+)-i_2(0_+)=0;$$

$$\frac{du_C}{dt}(0_+)=\frac{i_3(0_+)}{C}=0.$$

Примечание. Если требуется определить, например, значение $\frac{di_2}{dt}(0_+)$, то уравнения следует составлять таким образом, чтобы по возможности обойтись без определения вторых производных. Например, если использовать левый контур, то для определения $\frac{di_2}{dt}(0_+)$ потребуется найти $\frac{d^2i_1}{dt^2}(0_+)$, так как

$$E=ri_1+L\frac{di_1}{dt}+ri_2 \quad\text{и}\quad 0=r\frac{di_1}{dt}+L\frac{d^2i_1}{dt}+r\frac{di_2}{dt}.$$

Уравнение $0=u_C-ri_2$ позволяет просто определить

$$\frac{di_2}{dt}(0_+)=\frac{1}{r}\frac{du_C}{dt}(0_+)=\frac{1}{r}\frac{i_C(0_+)}{C}=0.$$

При расчете $i_3(t)$ его производная по времени в момент $t=0_+$

$$\frac{di_3}{dt}(0_+)=\frac{di_1}{dt}(0_+)-\frac{di_2}{dt}(0_+)=1000\,A/c.$$

Вынужденную составляющую определяем при $t=\infty$:

$$i_{1вын}=\frac{E}{2r}=1{,}5A;\quad i_{2вын}=\frac{E}{2r}=1{,}5A;\quad i_{3вын}=0;$$

$$u_{Cвын}=i_{3вын}\cdot r=15\,B;\quad u_{Lвын}=0.$$

Результаты расчета сводем в табл. 2.

Таблица 2

t	i_1	i_2	i_3	u_C	u_L	$\frac{du_C}{dt}$	$\frac{di_1}{dt}$	$\frac{di_2}{dt}$	$\frac{di_3}{dt}$
0_-	I	I	0	I0	0	0	0	0	0
0_+	I	I	0	I0	I0	0	I000	0	I000
∞	I,5	I,5	0	I5	0	0	0	0	0

По рассчитанным значениям можно построить временную зависимость тока или напряжения, если известны корни характеристического уравнения.

Например, если $p_{1,2}=-100\pm 100j$, $i(0_-)=2$, $i(0_+)=4$, $\frac{di}{dt}(0_+)=-400$, $i_{вын}=3$, то зависимость $i(t)$ имеет вид, представленный на рис. 5.

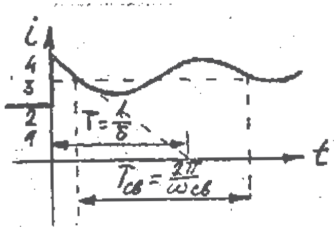


Рис. 5

Задача 3

Данная задача включает в себя выполнение всех этапов расчета переходного процесса в схеме во временной области. При решении ее целесообразно воспользоваться следующим порядком расчета. (Перед его началом необходимо указать на схеме стрелками положительные направления токов и напряжений.)

I. Рассчитываем схему до коммутации в установившемся режиме и определяем независимые начальные условия.

Это единственный этап расчета, в котором используется схема до коммутации. Все остальные этапы расчета проводятся для схемы после коммутации.

2. Для схемы после коммутации составляем характеристическое уравнение и определяем его корни.

3. Записываем рассчитываемый ток или напряжение в виде

$$y(t)=y_{вын}(t)+y_{св}(t).$$

Рекомендуется проводить расчет для тока в индуктивности или напряжение на емкости, так как это упрощает нахождение постоянных интегрирования.

Вид корней характеристического уравнения, найденных в п. 2, позволяет определить вид свободной составляющей $y_{св}(t)$.

4. Для схемы после коммутации записываем систему дифференциальных уравнений для мгновенных значений токов и напряжений. Эта система уравнений позволяет определить и вынужденные составляющие рассчитываемых токов и зависимые начальные условия.

5. Пользуясь системой уравнений п. 4, при $t=\infty$ определяем известными методами $y_{вын}(t)$.

6. Подставляя в систему уравнений п. 4 для $t=0_+$ найденные в п. I независимые начальные условия, определяем требуемые зависимые начальные условия.

7. Пользуясь начальными условиями, находим постоянные интегрирования.

8. Записываем $y(t)$ и строим полученную временную зависимость.

9. Остальные токи и напряжения целесообразно искать, пользуясь системой уравнений п. 4, причем напряжение на индуктивности и ток в емкости наиболее просто определяются из соотношений

$$u_L = L\frac{di_L}{dt}, \quad i_C = C\frac{du_C}{dt}.$$

Пример. Для схемы на рис. 6 определить $u_C(t)$, если дано E = I20 В, J = 4 А, r_1 = I0 Ом, r_2 = 30 Ом, L = 50 мГн, $C = \frac{500}{3}$ мкФ ($p_1 = -200$, $p_2 = -600$).

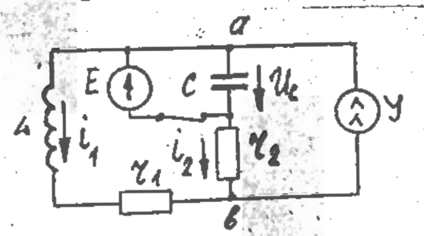


Рис. 6

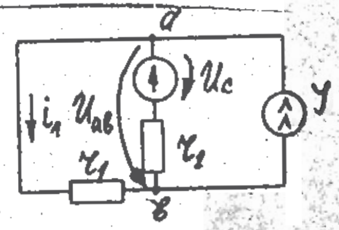


Рис. 7

I. В схеме до коммутации (рис. 7) определяем $i_1(0_-)$ и $u_C(0_-)$:

$$u_C(0_-) = E = 120\,В = u_C(0_+),$$

$$u_{ав}(0_-) = \frac{Eg_2 + J}{g_1 + g_2} = 60\,В,$$

$$i_1(0_-) = \frac{u_{ав}(0_-)}{r_1} = 6\,А = i_1(0_+).$$

2. Составляем характеристическое уравнение, для чего записываем систему независимых уравнений для свободных токов (схема после коммутации – на рис. 8).

$$L\frac{di_{1св}}{dt} + r_1 i_{1св} - r_2 i_{2св} - \frac{1}{C}\int i_{2св}\,dt = 0,$$

$$i_{1св} + i_{2св} = 0.$$

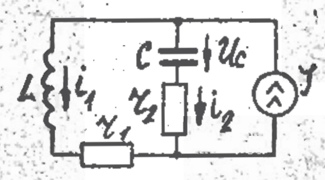


Рис. 8

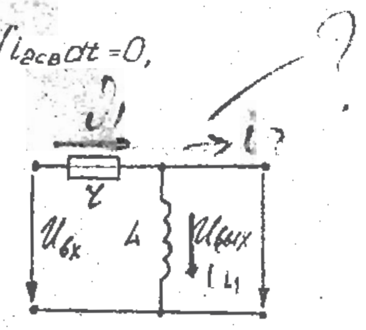


Рис. 9

Подставляя в первое уравнение $i_{2св} = -i_{1св}$, получим

$$L\frac{di_{1св}}{dt} + r_1 i_{1св} + r_2 i_{1св} + \frac{1}{C}\int i_{1св}\,dt = 0.$$

Следовательно, характеристическое уравнение

$$Lp + r_1 + r_2 + \frac{1}{Cp} = 0,$$

$$LCp^2 + (r_1 + r_2)Cp + 1 = 0.$$

Его корни p_1 = –200 I/с, p_2 = –600 I/с.

3. Расчет проведем для напряжения u_C в виде

$$u_C = u_{Cвын} + u_{Cсв} = u_{Cвын} + A_1 e^{-200t} + A_2 e^{-600t}.$$

4. Для схемы после коммутации (рис. 8) записываем систему независимых уравнений для мгновенных значений токов и напряжений:

$$J = i_1 + i_2,$$

$$L\frac{di_1}{dt} + r_1 i_1 - r_2 i_2 - u_C = 0.$$

5. В установившемся режиме ($t=\infty$) ток $i_{2вын} = 0$, так как схема питается источником постоянного тока. Следовательно, $i_{1вын} = J = 4\,А$, $u_{Lвын} = L\frac{di_{1вын}}{dt} = 0$ и $u_{Cвын} = i_{1вын} r_1 = 40\,В$.

6. При $t=0_+$ имеем

$$J=i_1(0_+)+i_2(0_+) \to i_2(0_+)=J-i_1(0_+)=4-6=-2A.$$

Откуда

$$\frac{du_c}{dt}(0_+)=\frac{i_c(0_+)}{C}=\frac{i_2(0_+)}{C}=-12000\ B/c.$$

Примечание. Если расчет ведем для тока i_1, то значение $\frac{di_1}{dt}(0_+)$ находим из уравнения

$$L\frac{di_1}{dt}(0_+)+z_1 i_1(0_+)-z_2 i_2(0_+)-u_c(0_+)=0,$$

$$\frac{di_1}{dt}(0_+)=\frac{z_2 i_2(0_+)+u_c(0_+)-z_1 i_1(0_+)}{L}=0.$$

7. Определяем начальные условия:

$$u_c=u_{c\,вын}+u_{c\,св}=40+A_1e^{-200t}+A_2e^{-600t};$$

$$\frac{du_c}{dt}=\frac{du_{c\,вын}}{dt}+\frac{du_{c\,св}}{dt}=-200A_1e^{-200t}-600A_2e^{-600t}.$$

При $t=0_+$ имеем

$$u_c(0_+)=120=40+A_1+A_2,$$

$$\frac{du_c}{dt}(0_+)=-12000=-200A_1-600A_2.$$

Следовательно, A_1 = 90, A_2 = -10.

8. Ответ:

$$u_c=40+90e^{-200t}-10e^{-600t}$$ (см. рис. 7).

9. Покажем, как определить остальные переменные:

$$i_2=i_c=C\frac{du_c}{dt}=-3e^{-200t}+1e^{-600t},$$

$$i_1=J-i_2=4+3e^{-200t}-e^{-600t},$$

$$u_L=L\frac{di_1}{dt}=-30e^{-200t}+30e^{-600t}.$$

Примечание. Наличие в схемах зависимых активных элементов не приводит к каким-либо принципиальным отличиям в расчете. Например, если в схеме рис. 6 $J=-\alpha i_1$, то характеристическое уравнение получается следующим образом:

$$i_1+i_2-J=0; \quad i_1+i_2+\alpha i_1=0;$$

$$L\frac{di_1}{dt}+z_1i_1-z_2i_2-\frac{1}{C}\int i_1dt=0;$$

определитель этой системы:

$1+\alpha$	1
$-z_2-\frac{1}{Cp}$	$Lp+z_1$

Откуда

$$(1+\alpha)(Lp+z_1)+(z_2+\frac{1}{Cp})-1=0,$$

$$(1+\alpha)LCp^2+(z_1+\alpha z_1+z_2)Cp+1=0.$$

Задача 4

Переходная характеристика цепи $h(t)$ – это реакция схемы при нулевых начальных условиях на единичное ступенчатое воздействие. Она расчитывается классическим методом, как задача 3.

Импульсная характеристика $k(t)$ – это реакция схемы на единичное импульсное воздействие. Обычно при расчете классическим методом ее определяют как производную от переходной характеристики $k(t)=h'(t)$.

Реакцию схемы на произвольное воздействие с использованием переходных или импульсных характеристик цепи можно определить, применяя любую рациональную для данного входного воздействия форму интегралов наложения или приближенные методы вычисления интегралов наложения.

Пример. Для схемы на рис. 9 определить переходную и импульсную характеристику цепи по напряжению при z = 10 Ом, L = 0,1 Гн.

Переходную характеристику рассчитываем, полагая, что схема подключается к входному напряжению 1 В:

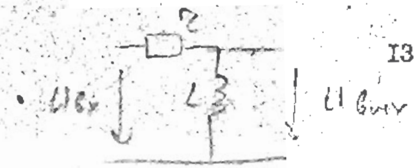
$$h_u(t)=1e^{-\frac{z}{L}t}\,1(t)=e^{-100t}\,1(t).$$

В выражении $h_u(t)$ единичная функция $1(t)$ играет роль ключа, ограничивая время действия входного напряжения интервалом от t_0 до ∞. В частном случае $t_0=0$.

Импульсная характеристика

$$k_u(t)=h_u'(t)=e^{-100t}\delta(t)-100e^{-100t}1(t)=\delta(t)-100e^{-100t}1(t).$$

Если входное напряжение задано (рис. 10), где U = 100 В, t_1 = 0,01 с, то $u_L(t)$ можно определить, например, следующим способами:



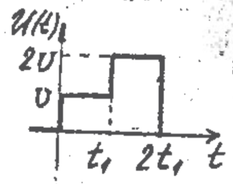


Рис. 10

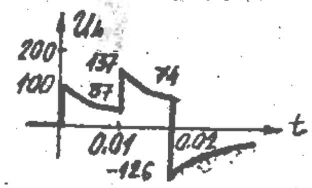


Рис. 11

I. С использованием переходной характеристики

$$u(t) = U1(t) + U1(t-t_1) - 2U1(t-2t_1),$$

$$u'(t) = U\delta(t) + U\delta(t-t_1) - 2U\delta(t-2t_1),$$

$$u_L(t) = \int_0^t u'(\tau) h_u(t-\tau) d\tau =$$

$$= \int_0^t [100\delta(\tau) + 100\delta(\tau-0{,}01) - 200\delta(\tau-0{,}02)] e^{-100(t-\tau)} 1(t-\tau) d\tau =$$

$$= 100e^{-100t} 1(t) + 100e^{-100(t-0{,}01)} 1(t-0{,}01) - 200e^{-100(t-0{,}02)} 1(t-0{,}02).$$

2. С использованием импульсной характеристики

$$u_L(t) = \int_0^t u(\tau) k_u(t-\tau) d\tau =$$

$$= \int_0^t [100\, 1(\tau) + 100\, 1(\tau-0{,}01) - 200\, 1(\tau-0{,}02)] \times$$

$$\times [\delta(t-\tau) - 100e^{-100(t-\tau)}] 1(t-\tau) d\tau =$$

$$= 100e^{-100t} 1(t) + 100e^{-100(t-0{,}01)} 1(t-0{,}01) - 200e^{-100(t-0{,}02)} 1(t-0{,}02).$$

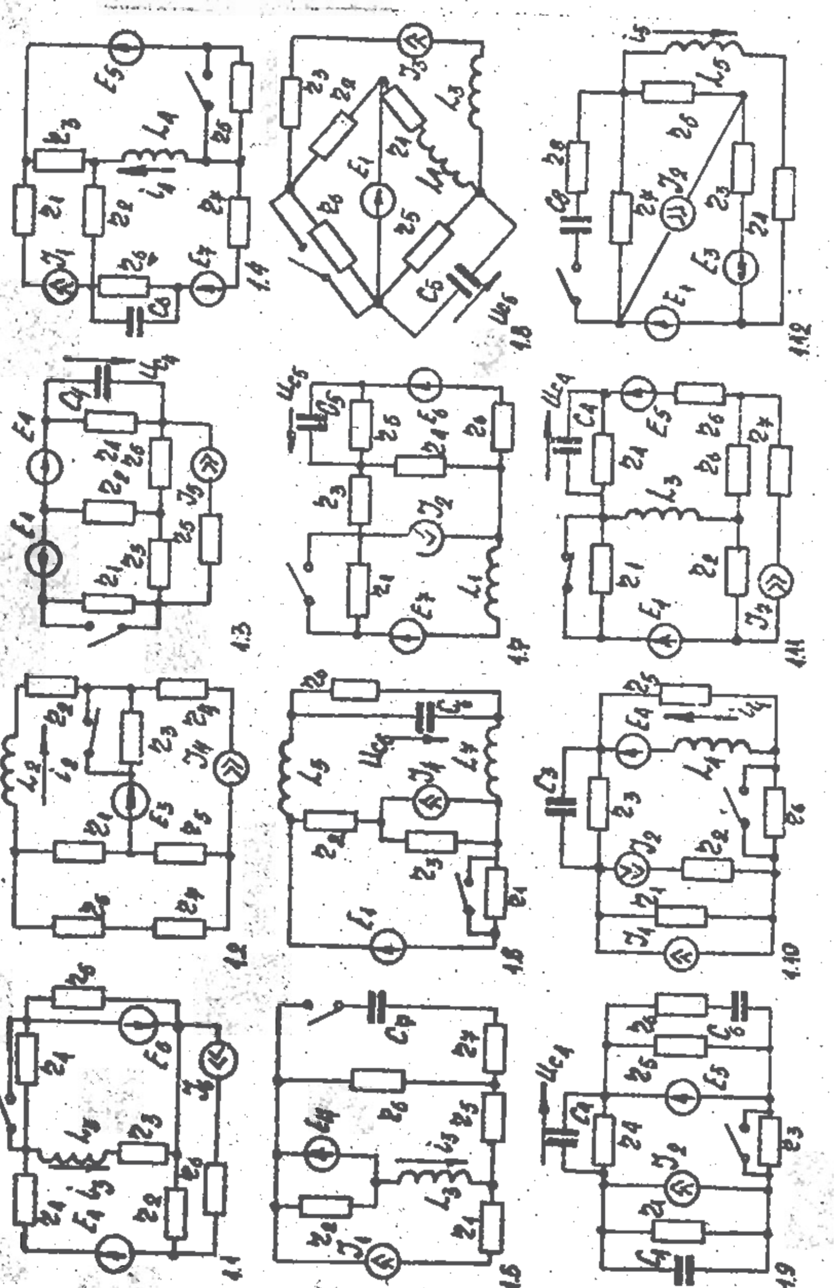
3. С помощью интеграла Дюамеля

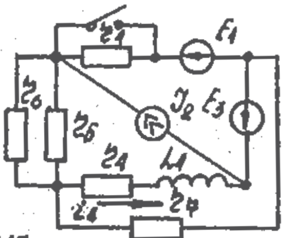
$$u_L(t) = u(0)h(t) + \Delta u(t_1) h(t-t_1) + \Delta u(t_2) h(t-t_2) =$$

$$= 100e^{-100t} 1(t) + 100e^{-100(t-0{,}01)} 1(t-0{,}01) - 200e^{-100(t-0{,}02)} 1(t-0{,}02).$$

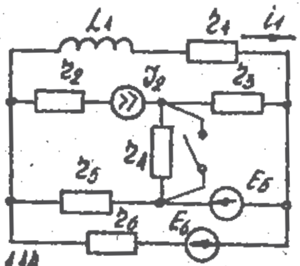
Зависимость $u_L(t)$ представлена на рис. II.

СХЕМЫ И ТАБЛИЦЫ ВАРИАНТОВ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 2

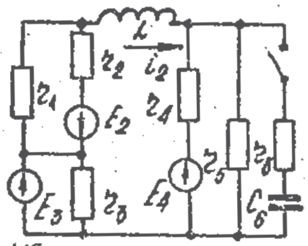




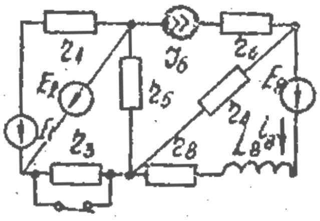
1.13



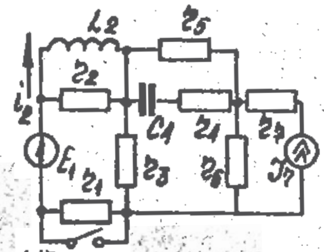
1.14



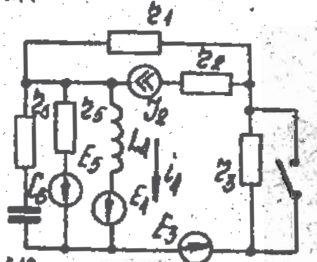
1.15



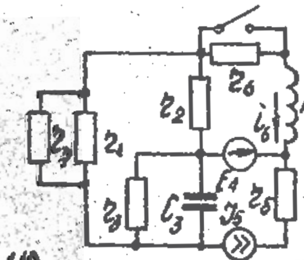
1.16



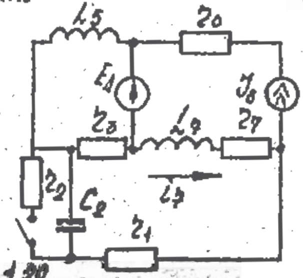
1.17



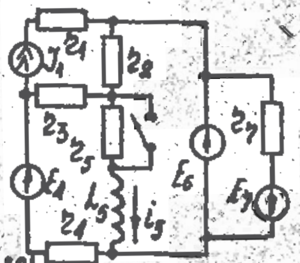
1.18



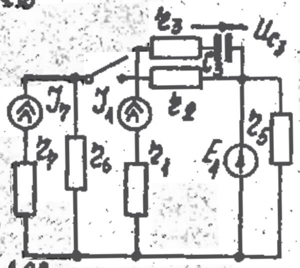
1.19



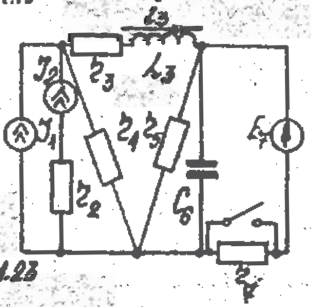
1.20



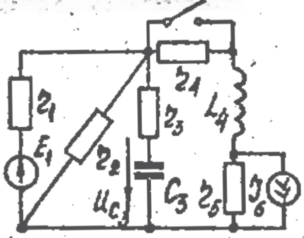
1.21



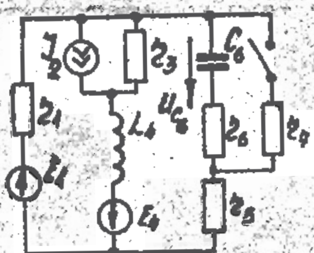
1.22



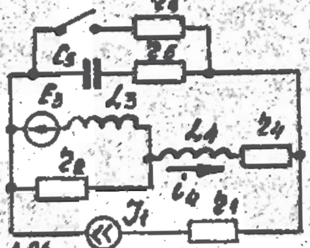
1.23



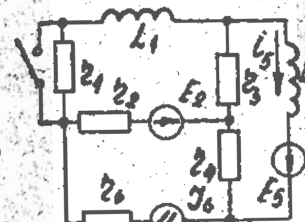
1.24



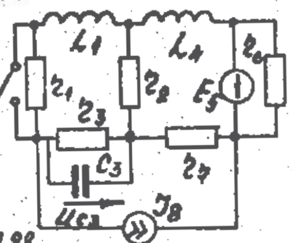
1.25



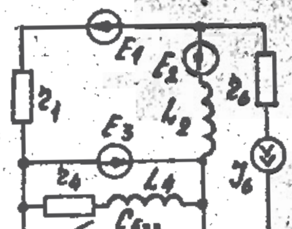
1.26



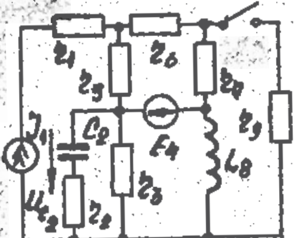
1.27



1.28



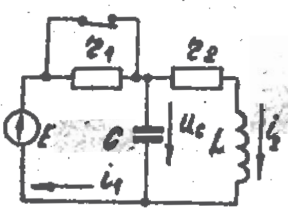
1.29



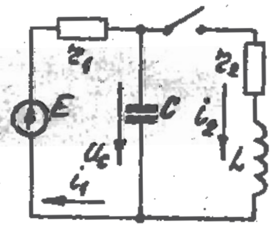
1.30

Вар	а	б	в	Вар	а	б	в
1.1	$r_6=0$	$r_5=\infty$	$r_6=0$ $r_5=\infty$	1.6	$r_3=0$	$L_7=0$	$L_5=0$
1.2	$r_6=0$	$r_4=0$	$r_6=0$ $r_4=0$	1.7	$r_6=0$	$L_1=0$	$r_6=0$ $L_1=0$
1.3	$E_4=0$	$r_5=0$	$r_5=0$ $E_4=0$	1.8	$L_4=0$	$r_5=0$	$L_3=0$
1.4	$r_7=0$	$r_1=0$	$E_7=0$	1.9	$r_6=0$	$C_6=0$	$r_5=\infty$
1.5	$r_7=0$	$C_7=0$	$r_5=0$	1.10	$J_1=0$	$J_2=0$	$r_2=0$

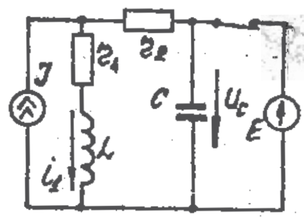
Вар	а	б	в	Вар	а	б	в	Вар	а	б	в	Вар	а	б	в
1.11	$r_5=0$	$E_5=0$	$r_7=0$	1.16	$E_1=0$	$r_6=0$	$E_8=0$	1.21	$E_7=0$	$r_6=\infty$	$r_1=0$	1.26	$r_5=0$	$L_3=0$	$r_4=0$
1.12	$r_8=0$	$C_6=0$	$E_3=0$	1.17	$r_4=0$	$r_2=\infty$	$r_8=0$	1.22	$r_3=0$	$r_7=0$	$r_1=0$	1.27	$L_4=0$	$E_2=0$	$r_6=0$
1.13	$r_6=\infty$	$E_1=E_3$	$r_5=r_6$	1.18	$r_6=0$	$C_6=0$	$r_8=0$	1.23	$r_2=0$	$J_1=0$	$J_2=0$ $r_2=0$	1.28	$r_6=\infty$	$L_4=0$	$L_1=0$
1.14	$r_2=0$	$E_5=0$	$E_5=E_6$	1.19	$r_5=0$	$r_1=\infty$	$r_5=0$ $r_1=\infty$	1.24	$r_3=0$	$L_4=0$	$r_3=0$ $L_4=0$	1.29	$L_4=0$	$r_6=0$	$E_1=0$
1.15	$r_6=0$	$r_3=\infty$	$E_4=0$	1.20	$r_1=0$	$r_6=0$	$r_1=0$ $r_6=0$	1.25	$r_5=0$	$E_1=E_4$	$r_6=0$	1.30	$r_2=0$	$r_1=0$	$r_1=0$ $r_2=0$



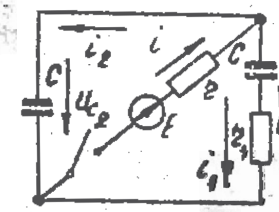
2.1



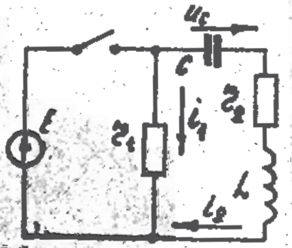
2.2



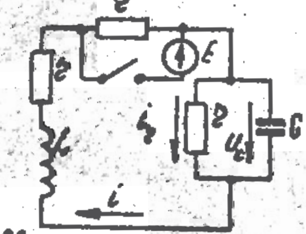
2.3



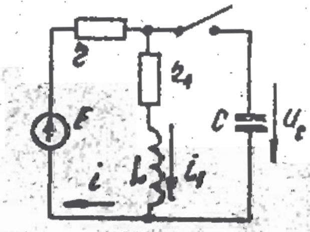
2.4



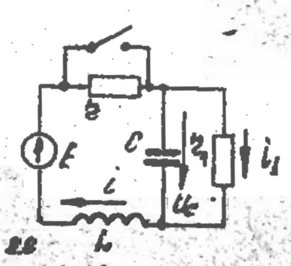
2.5



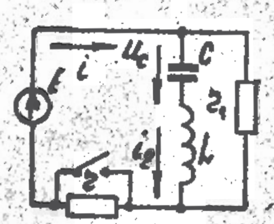
2.6



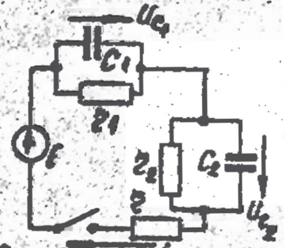
2.7



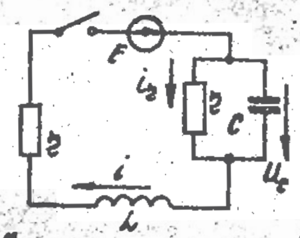
2.8



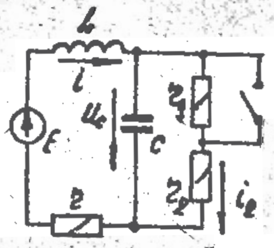
2.9



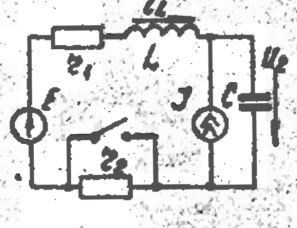
2.10



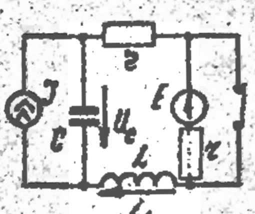
2.11



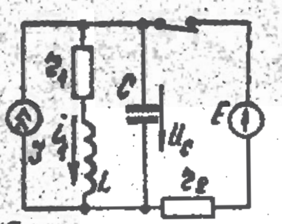
2.13



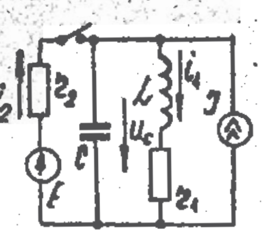
2.12



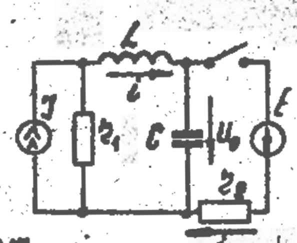
2.14



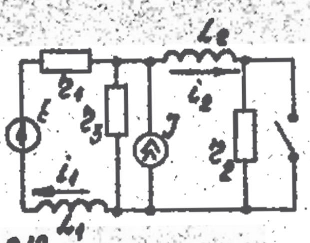
2.15



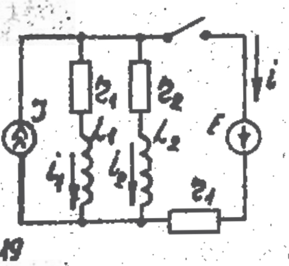
2.16



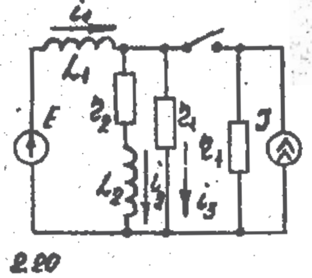
2.17



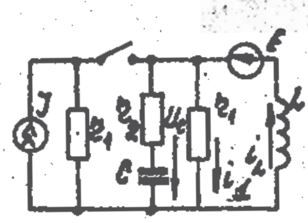
2.18



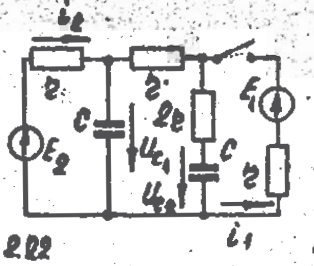
2.19



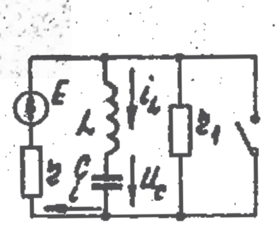
2.20



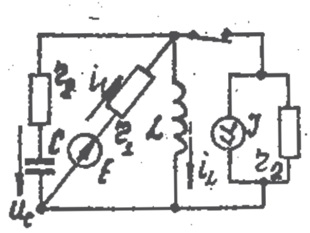
2.21



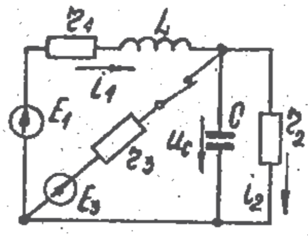
2.22



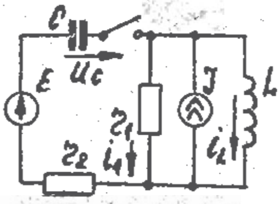
2.23



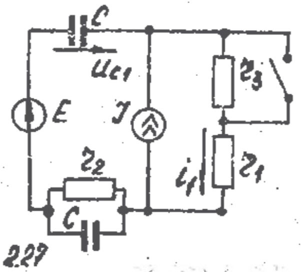
2.24



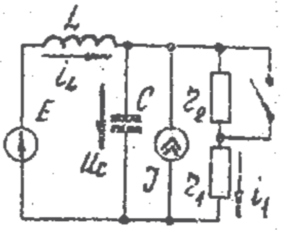
2.25



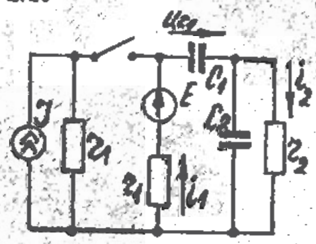
2.26



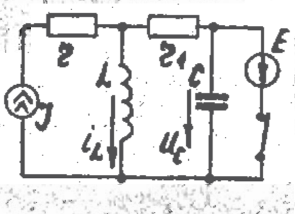
2.27



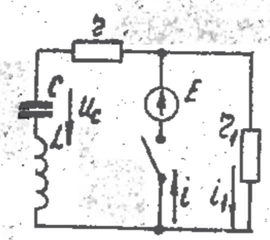
2.28



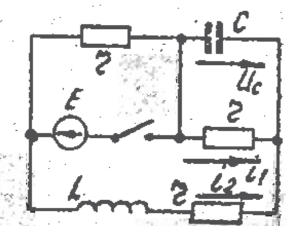
2.29



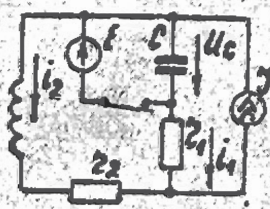
2.30



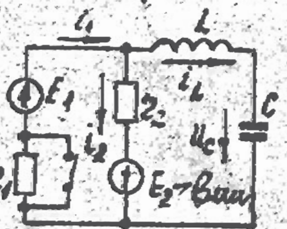
3.1



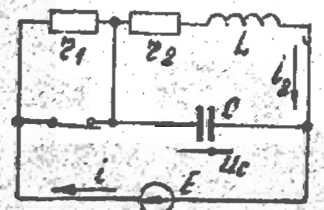
3.2



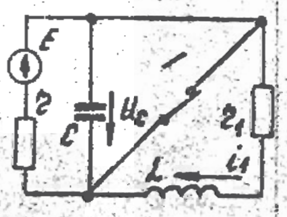
3.3



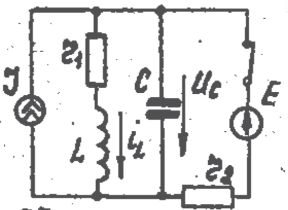
3.4. E_2 - вын



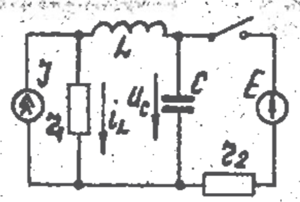
3.5



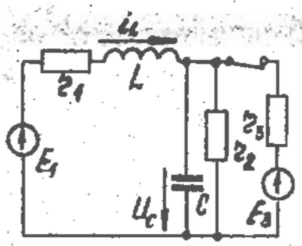
3.6



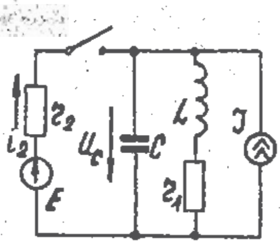
3.7



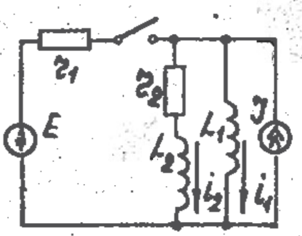
3.8



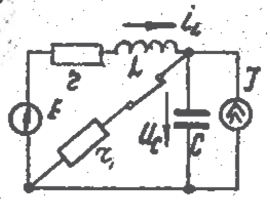
3.9



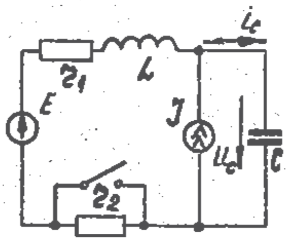
3.10



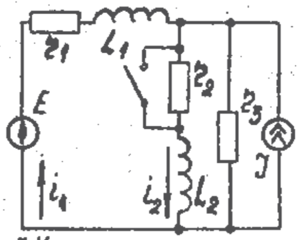
3.11



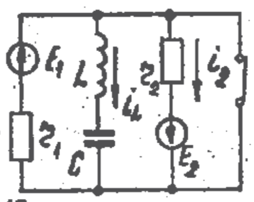
3.12



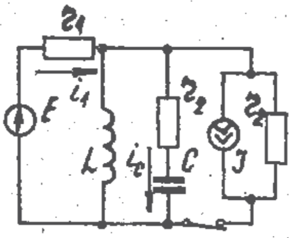
3.13



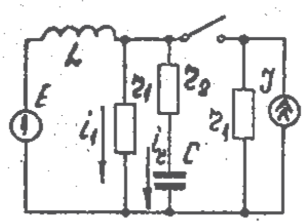
3.14



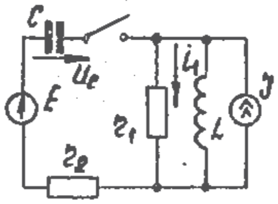
3.15



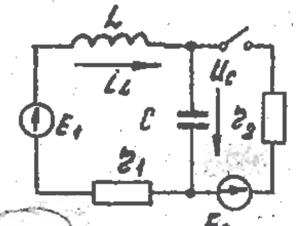
3.16



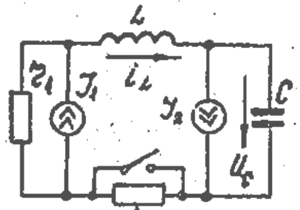
3.17



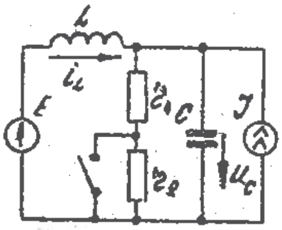
3.18



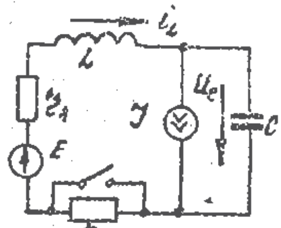
3.19



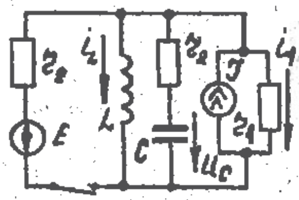
3.20



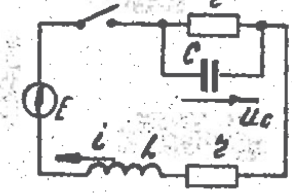
3.21



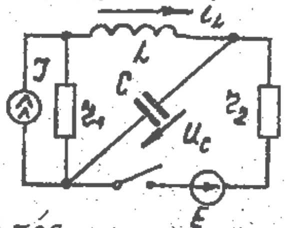
3.22



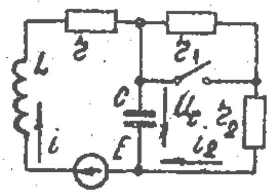
3.23



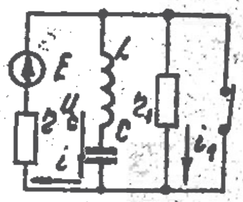
3.24



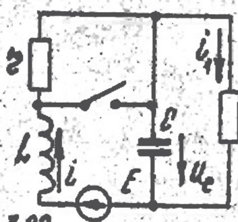
3.25



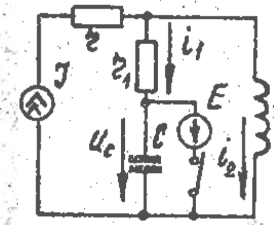
3.26



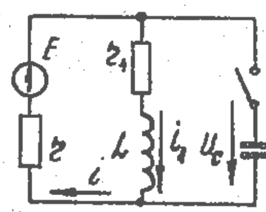
3.27



3.28



3.29



3.30

2.1	E	r_1	r_2	L	C	p_1	p_2
а	200	10	10	0,1	10^{-3}	$-100 \pm 100j$	
б	90	8	10	0,5	$1{,}25\cdot10^{-3}$	−60	−60
в	240	20	15	0,5	$2{,}5\cdot10^{-3}$	−80	−120

2.2	E	r_1	r_2	L	C	p_1	p_2
а	180	8	10	0,5	$\frac{5}{4}\cdot10^{-3}$	−60	−60
б	105	20	15	0,5	$\frac{5}{2}\cdot10^{-3}$	−80	−120
в	40	10	10	0,1	10^{-3}	$-100 \pm 100j$	

2.3	J	E	r_1	r_2	L	C	p_1	p_2
а	2	60	10	30	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	−200	−600
б	1	50	10	10	0,01	10^{-4}	$-10^{3} \pm 10^{3}j$	
в	1	180	30	20	0,05	$4\cdot10^{-5}$	$-500 \pm 500j$	

2.4	E	r	r_1	C	p_1	p_2
а	100	200	300	10^{-4}	$-\frac{50}{3}$	−100
б	100	100	150	$2\cdot10^{-4}$	$-\frac{50}{3}$	−100
в	100	60	75	$4\cdot10^{-4}$	$-\frac{50}{3}$	−100

2.5	E	r_1	r_2	L	C	p_1	p_2
а	100	200	200	0,01	10^{-6}	-10^{4}	-10^{4}
б	100	50	50	0,05	$4\cdot10^{-5}$	$-500 \pm 500j$	
в	100	100	400	0,005	$2\cdot10^{-6}$	-10^{4}	-10^{4}

2.6	E	r	L	C	p_1	p_2
а	200	100	10^{-3}	10^{-7}	$-10^{5} \pm 10^{5}j$	
б	100	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}	−5000	$-\frac{2}{3}\cdot10^{4}$
в	100	10	10^{-2}	10^{-4}	-10^{3}	-10^{3}

2.7	E	r	r_1	L	C	p_1	p_2
а	100	10	10	10^{-2}	10^{-7}	-10^{3}	-10^{6}
б	100	100	100	10^{-3}	10^{-5}	$-10^{5} \pm 10^{5}j$	
в	100	10	10	$5\cdot10^{-3}$	10^{-4}	$-5\cdot10^{3}$	$-\frac{2}{3}\cdot10^{3}$

2.8	E	r	r_1	L	C	p_1	p_2
а	50	25	25	0,5	$2\cdot10^{-4}$	−100	−100
б	50	25	25	0,4	$2\cdot10^{-4}$	$-100 \pm 50j$	
в	100	15	25	0,5	$2\cdot10^{-4}$	−100	−100

2.9	E	r	r_1	L	C	p_1	p_2
а	100	30	20	$5\cdot10^{-2}$	$2\cdot10^{-5}$	$10^{3}j$	$-10^{3}j$
б	50	20	20	$2\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-5}$	$10^{4}j$	$-10^{4}j$
в	150	30	20	10^{-2}	10^{-6}	$+10^{3}j$	$-10^{3}j$

2.10	E	r	r_1	r_2	C_1	C_2	p_1	p_2
а	120	10	20	30	$3\cdot10^{-5}$	$2\cdot10^{-5}$	$-\frac{500}{3}$	−1000
б	120	5	10	15	$6\cdot10^{-5}$	$4\cdot10^{-5}$	−4400	$-1{,}5\cdot10^{4}$
в	60	20	40	60	$1{,}5\cdot10^{-5}$	10^{-5}	−1100	$-2\cdot10^{4}$

2.11	E	r	L	C	p_1	p_2
а	20	10	10^{-2}	10^{-4}	-10^{3}	-10^{3}
б	40	10	$5\cdot10^{-5}$	10^{-5}	$-5\cdot10^{3}$	$-6{,}6\cdot10^{3}$
в	10	100	10^{-3}	10^{-7}	$-10^{5} \pm 10^{5}j$	

2.12	E	r	r_1	r_2	L	C	p_1	p_2
а	100	10	30	10	10^{-2}	10^{-4}	-10^{3}	-10^{3}
б	100	10	10	10	$5\cdot10^{-3}$	10^{-4}	$-5\cdot10^{3}$	$-\frac{2}{3}\cdot10^{4}$
в	100	100	50	100	10^{-3}	10^{-7}	$-10^{5} \pm 10^{5}j$	

2.12	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	10	20	10	0,05	$5\cdot10^{-4}$	-200	-200
б	50	5	10	10	0,05	$4\cdot10^{-4}$	$-100\pm200j$	
в	150	5	40	10	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	-200	-600

2.14	E	J	r	L	C	P_1	P_2
а	100	10	10	0,05	$5\cdot10^{-4}$	-200	-200
б	200	5	5	0,05	$4\cdot10^{-4}$	$-100\pm200j$	
в	150	2,5	20	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	-200	-600

2.15	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	250	5	20	10	0,05	$5\cdot10^{-4}$	-200	-200
б	250	15	10	10	0,05	$4\cdot10^{-4}$	$-100\pm200j$	
в	250	25	40	10	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	-200	-600

2.16	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	10	10	10	0,1	10^{-3}	$-100\pm100j$	
б	72	9	10	8	0,5	125×10^{-5}	-60	-60
в	175	$\frac{35}{3}$	15	20	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$	-60	-140

2.17	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	200	5	10	10	0,1	10^{-3}	$-100\pm100j$	
б	24	12	10	8	0,5	125×10^{-5}	-60	-60
в	200	10	15	20	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$	-60	-140

2.18	E	J	r_1	r_2	r_3	L_1	L_2	P_1	P_2
а	48	14	6	6	8	0,1	$\frac{2}{15}$	-20	-180
б	240	45	8	8	4	0,1	0,05	-40	-100
в	300	6	75	75	25	1	0,25	-50	-150

2.19	E	J	r_1	r_2	L_1	L_2	P_1	P_2
а	287	16	7	9	$\frac{4}{40}$	0,1	-20	-180
б	60	10	4	8	0,05	0,1	-40	-160
в	25	8	25	75	0,25	1,0	-50	-150

2.20	E	J	r_1	r_2	L_1	L_2	P_1	P_2
а	48	4	4	6	$\frac{2}{15}$	0,1	-20	-180
б	80	13	2	8	0,05	0,1	-40	-100
в	100	2	12,5	75	0,25	1,0	-50	-150

2.21	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	2	25	150	0,25	10^{-4}	-100	-100
б	200	1	25	50	0,25	10^{-4}	$-100\pm100j$	
в	100	2,5	5	15	0,25	$8\cdot10^{-4}$	$-100\pm50j$	

2.22	E_1	E_2	r	C	P_1	P_2
а	100	300	100	10^{-4}	-40	-160
б	150	300	50	$2\cdot10^{-4}$	-40	-160
в	300	300	25	$4\cdot10^{-4}$	-40	-160

2.23	E	r	r_1	L	C	P_1	P_2
а	96	0,2	0,2	10^{-2}	6,25	$+4\cdot10^3j$	$-4\cdot10^3j$
б	96	1,2	0,6	10^{-2}	0,25	$+4\cdot10^3j$	$-4\cdot10^3j$
в	100	400	400	10^{-2}	10^{-6}	$+10^4j$	-10^4j

2.24	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	2	50	150	0,25	10^{-4}	-100	-100
б	200	1	50	50	0,25	10^{-4}	$-100\pm100j$	
в	100	2,5	10	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$	$-100\pm50j$	

2.25	E_1	E_3	r_1	r_2	r_3	L	C	P_1	P_2
а	100	200	10	10	10	0,1	10^{-3}	$-100\pm100j$	
б	90	440	10	8	40	0,5	125×10^{-5}	-60	-60
в	200	500	15	20	30	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$	-60	-140

2.26	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	2	50	150	0,25	10^{-4}	-100	-100
б	200	1	50	50	0,25	10^{-4}	$-100\pm100j$	
в	100	2,5	10	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$	$-100\pm50j$	

2.27	E	J	r_1	r_2	r_3	C_1	C_2	P_1	P_2
а	100	0,5	25	100	250	$\frac{1}{3}\cdot10^{-4}$	10^{-4}	-60	-200
б	300	1	150	250	150	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	10^{-4}	-60	-180
в	100	2	50	25	50	$25\cdot10^{-5}$	$5\cdot10^{-4}$	-20	-380

2.28	E	J	r_1	r_2	L	C	P_1	P_2
а	100	2,5	10	15	0,1	$25\cdot10^{-4}$	-200	-200
б	200	5	25	15	0,1	$2\cdot10^{-4}$	$-100\pm200j$	
в	250	10	25	50	$\frac{1}{3}$	10^{-4}	-100	-300

2.29	E	J	r_1	r_2	C_1	C_2	P_1	P_2
а	100	1	100	10	$\frac{1}{3}\cdot10^{-4}$	10^{-4}	-60	-200
б	3000	2	600	250	$\frac{5}{9}\cdot10^{-4}$	$\frac{91}{3}\cdot10^{-4}$	-80	-180
в	150	2	50	25	25×10^{-5}	$5\cdot10^{-4}$	-40	-160

2.30	E	J	r	r_1	L	C	P_1	P_2
а	10	1	1	10	$10\cdot10^{-3}$	10^{-3}	-250	-375
б	100	2	1	50	$5\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$-500\pm500j$	
в	400	20	15	200	10^{-2}	10^{-6}	-10^4	-10^4

3.1	E	e	r_1	L	C
а	100	200	200	10^{-2}	10^{-6}
б	100	50	50	$5\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$
в	100	100	400	$5\cdot10^{-2}$	$2\cdot10^{-6}$

3.2	E	r	L	C
а	200	100	10^{-3}	10^{-7}
б	100	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}
в	100	10	10^{-2}	10^{-4}

3.3	E	J	r_1	r_2	L	C
а	180	1	20	30	$5\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$
б	60	2	30	20	$5\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$
в	250	1	25	25	$5\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$

3.4	E_1	r_1	r_2	L	C	E_2
а	400	25	100	0,05	$5\cdot10^{-4}$	200
б	30	20	20	0,05	$4\cdot10^{-4}$	10
в	600	200	50	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$	400

3.5	E	r_1	r_2	L	C
а	100	10	10	10^{-2}	10^{-4}
б	100	10	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}
в	100	100	100	10^{-3}	10^{-7}

3.6	E	e	r_1	L	C
а	20	10	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}
б	40	10	10	10^{-2}	10^{-4}
в	100	100	100	10^{-3}	10^{-4}

3.7	E	J	r_1	r_2	L	C
а	250	5	20	10	0,05	$5\cdot10^{-4}$
б	250	15	10	10	0,05	$4\cdot10^{-4}$
в	250	25	40	10	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$

3.8	E	J	r_1	r_2	L	C
а	200	5	10	10	0,1	10^{-3}
б	24	12	10	8	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	200	10	15	20	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.9	E_1	E_2	r_1	r_2	r_3	L	C
а	100	200	10	10	10	0,1	10^{-3}
б	90	440	10	8	40	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	200	500	15	20	30	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.10	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	10	10	10	0,1	10^{-3}
б	90	9	10	8	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	175	$\frac{35}{3}$	15	20	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.11	E	J	r_1	r_2	L_1	L_2
а	160	5	4	9	$\frac{4}{40}$	0,1
б	60	10	4	8	0,06	0,1
в	100	8	25	45	0,25	1,0

3.12	E	J	r	L	C
а	100	10	20	0,05	$5\cdot10^{-4}$
б	200	5	10	0,05	$4\cdot10^{-4}$
в	150	2,5	40	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$

3.13	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	10	20	10	0,05	$5\cdot10^{-4}$
б	50	5	10	10	0,05	$4\cdot10^{-4}$
в	150	5	40	10	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$

3.14	E	J	r_1	r_2	r_3	L_1	L_2
а	48	14	6	5	8	0,1	$\frac{2}{15}$
б	240	45	8	8	4	0,1	0,05
в	300	6	45	75	25	1,0	0,25

3.15	E_1	r_1	r_2	E_2	L	C
а	100	25	100	200	0,05	$5\cdot10^{-4}$
б	150	20	20	100	0,05	$4\cdot10^{-4}$
в	600	200	50	400	0,05	$\frac{5}{3}\cdot10^{-4}$

3.16	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	2	50	150	0,25	10^{-4}
б	200	1	50	50	0,25	10^{-4}
в	100	2,5	10	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$

3.17	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	2	100	150	0,25	10^{-4}
б	200	1	100	50	0,25	10^{-4}
в	100	2,5	20	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$

3.18	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	2	50	150	0,25	10^{-4}
б	200	1	50	50	0,25	10^{-4}
в	100	2,5	10	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$

3.19	E_1	r_1	r_2	E_2	L	C
а	200	10	10	50	0,1	10^{-3}
б	24	10	8	42	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	200	15	20	-10	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.20	J_1	r_1	r	J_2	L	C
а	10	10	40	1	0,1	10^{-3}
б	9	10	20	1	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	8	15	10	1	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.21	E	J	r_1	r_2	L	C
а	100	2,5	10	15	0,1	$25\cdot10^{-5}$
б	200	5	25	40	0,1	$2\cdot10^{-4}$
в	250	10	25	50	$\frac{1}{3}$	10^{-4}

3.22	E	r_1	r_2	J	L	C
а	100	10	40	4	0,1	10^{-3}
б	90	10	20	1	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	75	15	10	2	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

3.23	E	J	r_1	r_2	L	C
а	300	4	50	150	0,25	10^{-4}
б	50	4	50	50	0,25	10^{-4}
в	37,5	10	10	15	0,04	$8\cdot10^{-4}$

3.24	E	r	L	C
а	20	10	10^{-2}	10^{-4}
б	40	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}
в	10	100	10^{-3}	10^{-4}

3.25	J	r_1	r_2	E	L	C
а	10	10	10	50	0,1	10^{-3}
б	2,4	10	8	42	0,5	$125\cdot10^{-5}$
в	$\frac{40}{3}$	15	20	-10	$\frac{1}{12}$	$25\cdot10^{-4}$

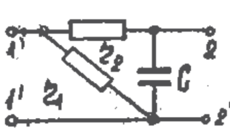
3.26	E	r	r_1	r_2	L	C
а	100	10	30	10	10^{-2}	10^{-4}
б	100	10	10	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}
в	100	100	50	100	10^{-3}	10^{-7}

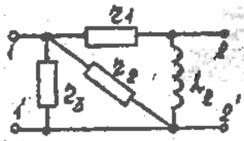
3.27	E	r_0	r_1	L	C
а	96	200	200	10^{-2}	$0{,}25\cdot10^{-6}$
б	96	1,200	600	10^{-2}	$0{,}25\cdot10^{-6}$
в	100	400	400	10^{-2}	10^{-6}

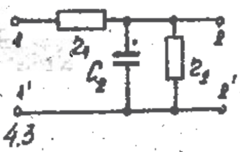
3.28	E	r	r_1	L	C
а	50	25	25	0,5	$2\cdot10^{-4}$
б	50	25	25	0,4	$2\cdot10^{-4}$
в	100	15	25	0,5	$2\cdot10^{-4}$

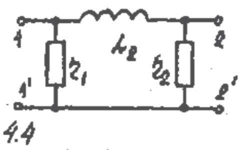
3.29	E	U	r	J_1	L	C
а	10	1	1	10	$16\cdot10^{-3}$	10^{-3}
б	100	2	1	50	$5\cdot10^{-2}$	$4\cdot10^{-5}$
в	400	2	15	200	10^{-2}	10^{-6}

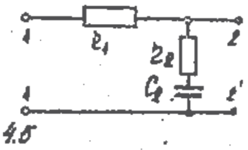
3.30	E	r	r_1	L	C
а	100	10	10	10^{-2}	10^{-4}
б	100	100	100	10^{-3}	10^{-7}
в	100	10	10	$6\cdot10^{-3}$	10^{-5}

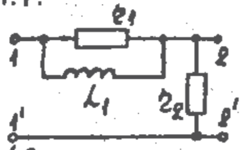

4.1.

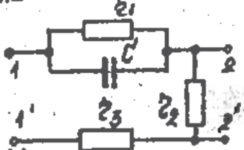

4.2

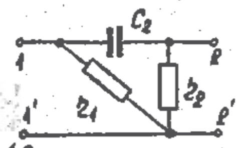

4.3

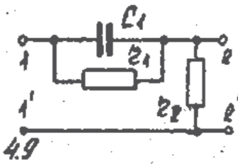

4.4

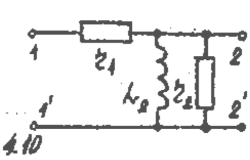

4.5

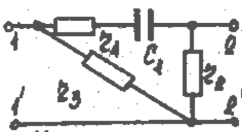

4.6

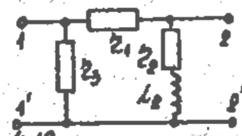

4.7

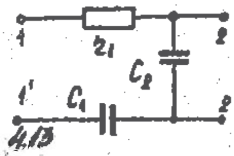

4.8

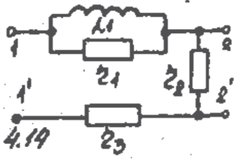

4.9

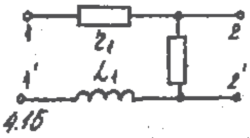

4.10


4.11

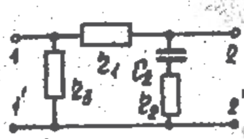

4.12

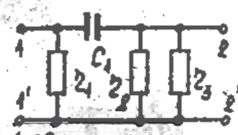

4.13

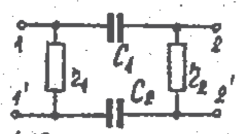

4.14

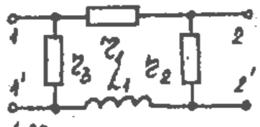

4.15

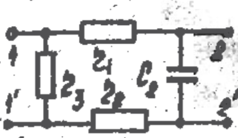

4.16

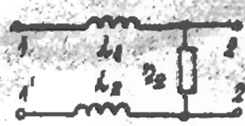

4.17


4.18

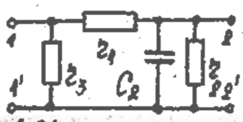

4.19

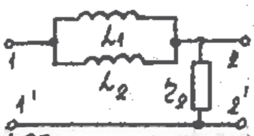

4.20


4.21

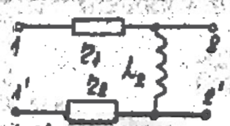

4.22

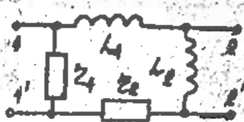

4.23


4.24

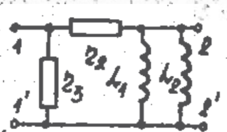

4.25


4.26


4.27


4.28.


4.29


4.30

Вар	4.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
а	r_1	6	10	10	12	20	40	10	16	100	80	80	9	3	10	40	6	7,5	7	10	40	10	–	8	10	–	5	2	20	10	5
	r_2	10	8	10	2	20	10	5	2	100	80	20	1	–	2	10	12	2,5	40	3	10	10	20	10	10	4	3	8	40	2	2
	r_3	–	4	–	–	–	–	5	–	–	–	10	10	–	8	–	–	15	40	–	15	8	–	–	18	–	–	7	–	40	–
	L_1	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	5	4	3	–	–	–	4	–	4	–	–	10	–	–	8	1	40
	L_2		10	–	4	–	–	–	–	–	16	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	16	–	–	40	–	10	32	–	10
	C_1	–	–	–	–	–	–	20	–	2	–	10	–	10	–	–	–	–	50	10	–	–	–	2	–	–	20	–	–	–	–
	C_2	10	–	20	–	25	–	–	6	–	–	–	–	20	–	–	–	1	–	20	–	25	–	8	20	–	10	–	–	–	–
б	r_1	4	8	5	10	5	4	10	15	50	40	40	15	9	50	10	12	4	18	12	15	5	–	20	5	–	3	3	20	50	6
	r_2	2	4	6	4	5	4	2	8	50	60	10	5	–	10	5	24	[illegible]	10	7	6	5	10	2	5	8	7	1	20	75	4
	r_3	–	9	–	–	–	–	8	–	–	–	20	20	–	40	–	–	10	10	–	1	40	–	–	3	–	–	7	–	50	–
	L_1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	25	2	1,5	–	–	–	2	–	9	–	–	40	–	–	14	1	12
	L_2	–	8	–	2	–	–	–	–	–	24	–	20	–	–	–	0,5	–	–	–	–	–	3	–	–	10	–	8	6	–	24
	C_1	–	–	–	–	–	–	2	–	4	–	2	–	2	–	–	–	–	10	2	–	–	–	4	–	–	5	–	–	–	–
	C_2	5	–	40	–	20	–	–	12,5	–	–	–	–	5	–	–	–	10	–	5	–	20	–	1	40	–	2	–	–	–	–
в	r_1	3	6	20	20	15	40	100	25	2	20	60	40	15	20	45	20	8	16	10	45	5	–	4	20	–	4	4	50	40	7
	r_2	40	7	20	5	5	40	40	4	2	30	40	10	–	16	5	20	2	50	15	5	5	50	40	20	8	15	1	100	12	2
	r_3	–	3	–	–	–	–	60	–	–	–	50	50	–	4	–	–	5	50	–	3	4	–	–	50	–	–	9	–	10	–
	L_1	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	10	5	4	–	–	–	5	–	18	–	–	12	–	–	36	2	6
	L_2	–	5	–	10	–	–	–	–	–	12	–	5	–	–	–	1	–	–	–	–	–	22	–	–	24	–	5	64	–	12
	C_1	–	–	–	–	–	–	2	–	100	–	10	–	5	–	–	–	–	5	5	–	–	–	1,5	–	–	10	–	–	–	–
	C_2	2,5	–	10	–	5	–	–	25	–	–	–	–	10	–	–	–	6	–	10	–	5	–	1	10	–	6	–	–	–	–