



**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра теоретических
Основ электротехники

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Методические указания и задания к курсовой работе

для студентов специальности 5В0702- Автоматизация и управление

Алматы 2013

СОСТАВИТЕЛИ: С.Ю. Креслина, А.Т. Аршабекова. Теоретические основы электротехники. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов специальности 5В0702- Автоматизация и управление. – Алматы: АУЭС, 2013. – 15 с.

Методические указания и задания к курсовой работе содержит требования к выполнению и оформлению РГР, задания, схемы и параметры электрических цепей. Курсовая работа по теме «Расчет переходных процессов в линейных электрических цепей» предназначена для студентов специальности 5В0702- Автоматизация и управление. Методические указания и задания к курсовой работе соответствуют типовой программе по Теоретическим основам электротехники.

Ил. 10, табл. 5, библиогр. – 7 назв.

Рецензент:

Печатается по плану издания «НАО Алматинского университета энергетики и связи» на 2013 г.

© «НАО Алматинского университет энергетики и связи», 2013г.

1 Требования к выполнению и оформлению курсовой работы

1.1 Курсовая работа должна быть выполнена в соответствии с фирменным стандартом «Работы учебные», АИЭС, 2002г. и включать следующие элементы:

- а) титульный лист (образец прилагается);
- б) содержание;
- в) введение;
- г) задание;
- д) основную часть;
- е) заключение (выводы);
- ж) список литературы;
- з) приложения.

1.2 Текст задания (условие задачи) должен быть переписан полностью, со всеми рисунками и числовыми значениями для своего варианта.

1.3 Каждый этап курсовой работы должен быть озаглавлен.

1.4 Курсовая работа выполняется рукописным способом, а также с применением компьютерной печати (в программе Microsoft Word, шрифт высотой 14 пунктов с интервалом 1,0-1,5). Текст пишется на одной стороне листа белой бумаги формата А4. По всем четырем сторонам листа оставляются поля: левое - не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

1.5 Все листы курсовой работы должны иметь сквозную нумерацию, начиная с титульного листа, включая приложение. Номер листа пишется в правом верхнем углу без точки.

1.6 Расчеты должны сопровождаться пояснениями. Нельзя приводить только расчетные формулы и конечные результаты. Курсовые работы, в которых вычисления и пояснения приводятся сокращенно, к защите не допускаются и возвращаются студентам на доработку.

1.7 Рисунки, графики и схемы должны быть выполнены аккуратно и пронумерованы.

1.8 На графиках обязательно указываются названия изображаемых величин, их единицы измерения. Масштабы необходимо подбирать так, чтобы было удобно пользоваться графиком или диаграммой. В соответствии с выбранным масштабом подписываются шкалы графиков и диаграмм.

1.9 У параметров, имеющих определенные размерности, писать в окончательных результатах соответствующие единицы измерения. Все обозначения электрических величин должны соответствовать ГОСТу.

1.10 Во введении обосновать необходимость изучения переходных процессов и методов их расчета.

1.11 В заключение провести анализ методов расчета переходных процессов, использованных в курсовой работе; сравнить результаты, полученные классическим и операторным методами; определить время, которое требуется для завершения переходного процесса на практике; для этого момента времени определить в процентах отношение переходного тока (напряжения) к принужденному току (напряжению).

1.12 Курсовая работа должна быть сдана на проверку в срок, указанный преподавателем. В случае нарушения студентом срока сдачи работы, ему выдается дополнительное задание или другой вариант (по усмотрению преподавателя), а также снижается итоговый балл за работу.

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Кафедра Электротехники

Курсовая работа
по дисциплине ТОЭ

(полное наименование работы)

Работа выполнена

Студентом _____

(фамилия и инициалы)

(номер зачетной книжки)

Группа _____

(шифр группы)

Отчет принят _____

(дата принятия отчета)

Преподаватель _____

(Ф.И.О.)

Алматы 20...

2 Задание. Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи классическим и операторным методом

Содержание задания: Дана электрическая цепь (рис. 1.1 – 1.10), в которой в момент времени $t = 0$ происходит коммутация, переключение ключа из положения 1 в положение 2, то есть цепь от источника синусоидального напряжения $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$ переключается к источнику постоянного напряжения $U_0 = \text{const}$. Параметры источников заданы в таблице 1.1. Параметры электрической цепи приведены в таблицах 1.2–1.3. Необходимо рассмотреть переходный процесс в цепи второго порядка и определить закон изменения во времени тока в одной из ветвей или напряжения на каком-либо элементе после коммутации (таблица 1.2), решив задачу двумя методами:

1. классическим;
2. операторным.

На основании полученного аналитического выражения требуется построить график изменения искомой величины в функции времени в интервале от $t = 0$ до $t = 3/|p_{\min}|$, где $|p_{\min}|$ - меньший по модулю корень характеристического уравнения, используя программы Mathcad или Excel.

Т а б л и ц а 2.1

Год поступления	Последняя цифра зачетной книжки									
Четный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Нечетный	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ схемы	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
U_m , В	100	110	120	150	140	160	180	200	170	130
φ_u , град	30°	-45°	60°	-50°	45°	-60°	50°	40°	-40°	-30°
f , кГц	0,8	1,0	0,9	1,2	1,5	0,7	1,3	1,2	1,4	1,1
U_0 , В	60	30	40	60	50	70	80	90	100	110

Т а б л и ц а 2.2

Год поступления	Предпоследняя цифра зачетной книжки									
Четный	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Нечетный	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L , мГн	15	55	20	25	30	35	40	45	50	10
C , мкФ	3	5	10	8	6	11	12	9	4	7
определить	$i_L(t)$	$u_L(t)$	$i_C(t)$	$u_C(t)$	$i_{R1}(t)$	$u_{R1}(t)$	$i_{R2}(t)$	$u_{R2}(t)$	$i_{R3}(t)$	$u_{R3}(t)$

Т а б л и ц а 2.3

Год поступл-ия	Первая буква фамилии									
Четный	АЛФ	БМЦ	ВНЧ	ГОШ	ДПЦ	ЕРЭ	ЖСЮ	ЗТЯ	ИУ	КХ
Нечетный	КЦЭ	ЧХЛ	АНМ	БЮО	ВПЯ	ЗФ	ГРШ	ЕТЦ	ДСИ	УЖ
R_1 , Ом	70	65	120	30	35	25	40	45	50	60
R_2 , Ом	20	30	40	10	150	60	35	25	45	70
R_3 , Ом	60	50	30	120	100	150	250	35	60	80

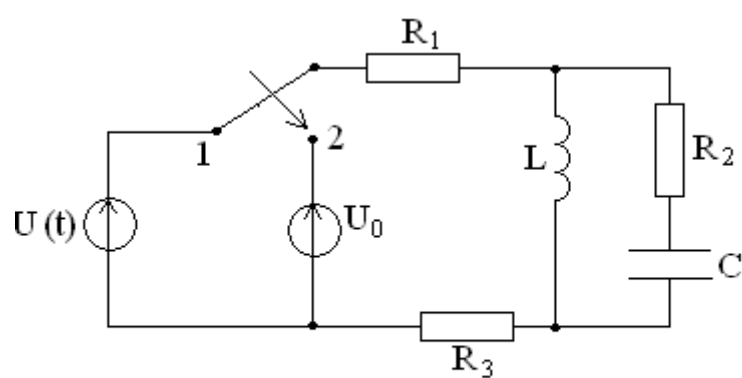


Рисунок 2.1

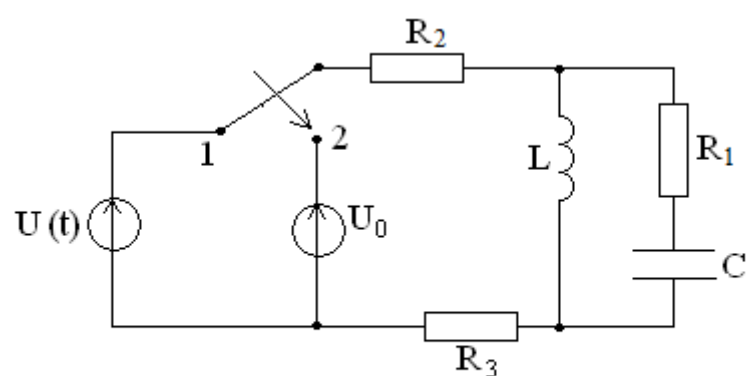


Рисунок 2.2

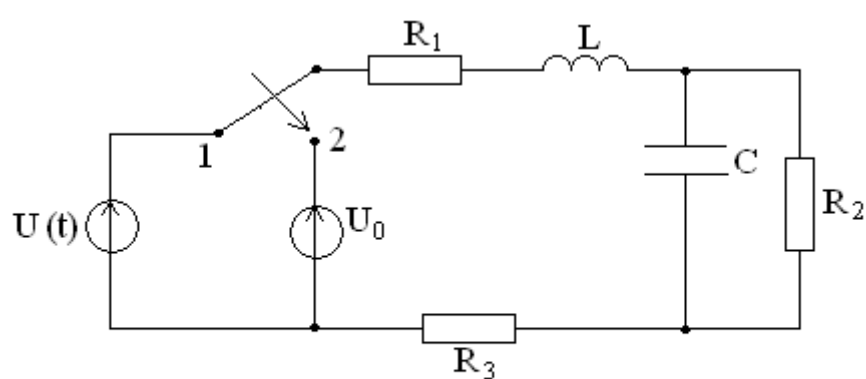


Рисунок 2.3

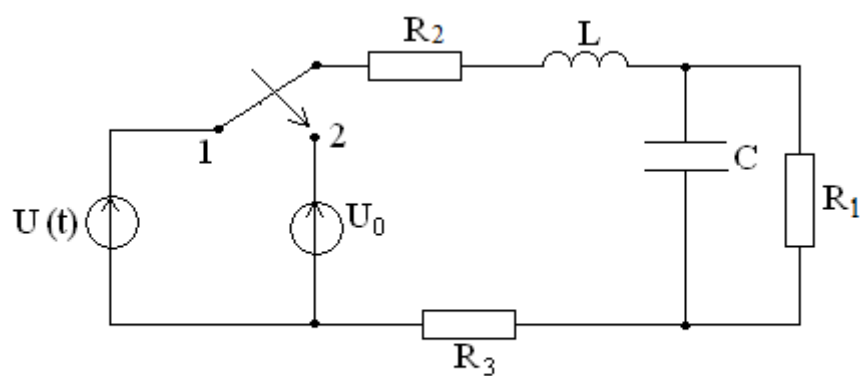


Рисунок 2.4

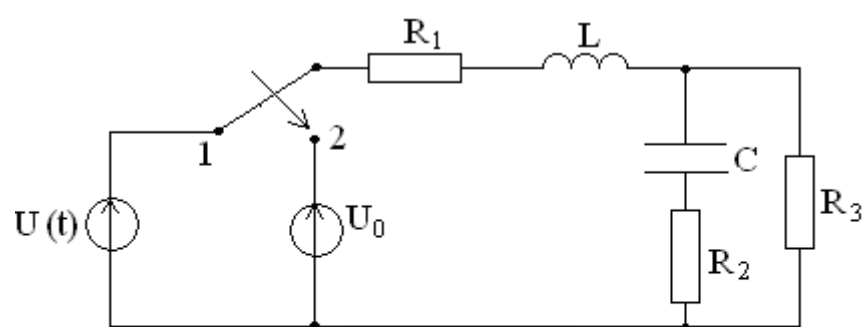


Рисунок 2.5

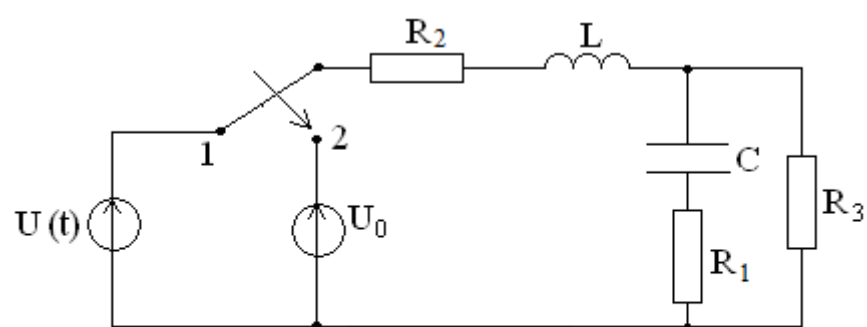


Рисунок 2.6

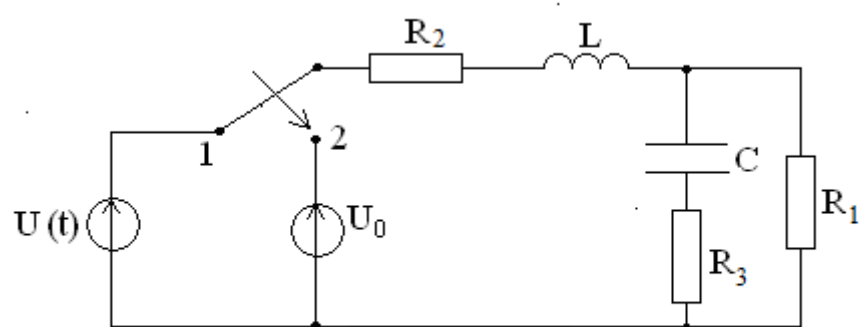


Рисунок 2.7

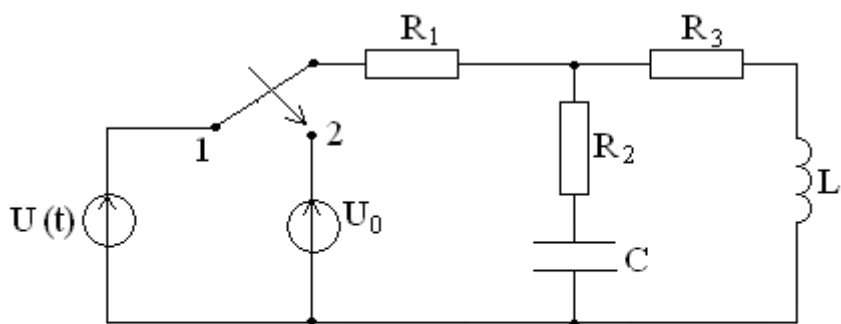


Рисунок 2.8

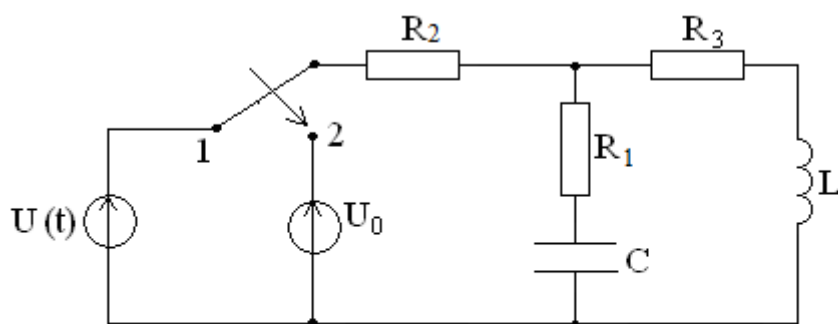


Рисунок 2.9

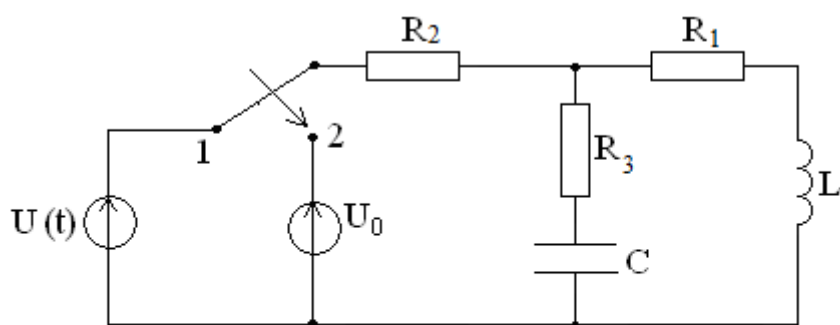


Рисунок 2.10

3. Методические указания к выполнению курсовой работы

3.1 Классический метод расчёта переходных процессов

Расчёт переходных процессов классическим методом включает следующие этапы:

а) Определение независимых начальных условий: $i_L(0), u_C(0)$.

Независимые начальные условия определяются путём расчёта установившегося режима в цепи до коммутации и с применением законов коммутации:

$$i_L(0_+) = i_L(0) = i_L(0_-); \quad u_C(0_+) = u_C(0) = u_C(0_-);$$

Так как в электрической цепи до коммутации действовал источник переменного синусоидального напряжения $U(t)=U_m\sin(\omega t+\varphi_u)$ (ключ находился в положении 1), то расчет установившихся значений $U_C(t)$ и $i_L(t)$ до коммутации осуществляют комплексным методом. Сначала определяют комплексные амплитуды напряжения на конденсаторе и тока в катушке, а затем переходят к их мгновенным значениям $U_C(t)$ и $i_L(t)$ и в полученные выражения подставляют $t=0$;

б) Определение принуждённого тока $i_{пр}$ или принужденного напряжения $u_{пр}$ путём расчёта установившегося режима в цепи после коммутации.

Принужденной режим цепи после коммутации (ключ находится в положении 2) обусловлен действием источника постоянного напряжения U_0 , поэтому принужденная составляющая тока $i_{пр}$ (или напряжения $U_{пр}$) может быть найдена методами расчета цепей постоянного тока. Следует отметить, что сопротивление индуктивного элемента постоянному току равно нулю, а емкостного элемента – бесконечности.

в) Запись выражения для искомого переходного тока или переходного напряжения в виде:

$$i(t) = i_{пр} + i_{св}; \quad u(t) = u_{пр} + u_{св};$$

г) Запись дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа для цепи после коммутации.

д) Определение свободного тока $i_{св}$ или напряжения $u_{св}$. Для определения $i_{св}$ или $u_{св}$ составляется характеристическое уравнение и находятся его корни. Характеристическое уравнения составляют наиболее простым методом входного сопротивления. Для этого записывают формулу комплексного входного сопротивления для цепи после коммутации $Z_{вх}(j\omega)$, в которой $j\omega$ заменяют на p и полученное выражение входного операторного сопротивления приравнивают нулю $Z_{вх}(p)=0$. После подстановки числовых значений параметров цепи рассчитывают корни характеристического уравнения – p_1, p_2 (цепь второго порядка);

Запись выражения $i_{св}$ или $u_{св}$ определяется типом корней характеристического уравнения. Выражение свободной составляющей тока $i_{св}$ (или напряжения $U_{св}$) определяется видом корней характеристического уравнения $Z_{вх}(p)=0$. Если корни характеристического уравнения p_1 и p_2 – различные и вещественные, то $i_{св}$ имеет вид $i_{св} = A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t}$,

где A_1 и A_2 – постоянные интегрирования.

Если корни характеристического уравнения равны, т.е. $p_1 = p_2 = p$, то $i_{св}$ имеет вид $i_{св} = (A_1 + A_2 t) e^{p t}$.

В случае комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{св}$ (α – собственное затухание, $\omega_{св}$ – частота свободных колебаний) $i_{св}$ имеет вид

$$i_{св} = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega_{св}t + \psi),$$

где A и ψ – постоянные интегрирования. В цепях второго порядка для определения постоянных интегрирования используют начальные условия, причем независимые начальные условия определяют из законов коммутации $U_C(0-) = U_C(0+)$, $i_L(0-) = i_L(0+)$, а зависимые начальные условия находят путем решения уравнений, составленных по законам Кирхгофа для цепи после коммутации при $t=0$.

ж) Определение постоянных интегрирования по начальным значениям искомой величины и её первой производной (для цепи второго порядка).

3.2 Операторный метод расчёта переходных процессов

Расчёт переходных процессов операторным методом включает следующие этапы:

- Определение независимых начальных условий: $i_L(0), u_C(0)$.
- Составление эквивалентной операторной схемы (схема составляется для цепи после коммутации).

Т а б л и ц а 3.1

Эквивалентные операторные схемы пассивных элементов	
Исходная схема	Операторная схема
	
	
	

в) Составление уравнений для определения изображения искомой величины, используя любой из методов расчёта: законы Кирхгофа в операторной форме, метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод эквивалентного генератора и т.п. (уравнения составляются для цепи после коммутации),
и определение изображения искомой величины.

г) Определение искомой величины (оригинала) по найденному изображению, используя теорему разложения.

Т а б л и ц а 3.2

Теорема разложения	
<p>Изображение имеет вид рациональной дроби:</p> $\frac{F_1(p)}{F_2(p)} = \frac{a_m p^m + a_{m-1} p^{m-1} + \dots + a_1 p + a_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p + b_0},$ <p>где $m < n$, $F_2(p) = 0$ - характеристическое уравнение. Оригинал определяется по теореме разложения.</p>	
Вид корней характеристического уравнения $F_2(p) = 0$, для $n = 2$.	Теорема разложения
корни характеристического уравнения $F_2(p) = 0$, p_1, p_2 – вещественные и различные	$\frac{F_1(p)}{F_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(p_1)}{F_2'(p_1)} e^{p_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{F_2'(p_2)} e^{p_2 t},$ <p>где $F_2'(p) = dF(p)/dp$.</p>
корни характеристического уравнения $F_2(p) = 0$ комплексные сопряженные $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{CB}$	$\frac{F_1(p)}{F_2(p)} \doteq f(t) = 2 \operatorname{Re} \left[\frac{F_1(p_1)}{F_2'(p_1)} e^{p_1 t} \right].$
знаменатель имеет один нулевой корень: $pF_2(p)$, корни характеристического уравнения $F_2(p) = 0$, p_1, p_2 – вещественные и различные	$\frac{F_1(p)}{pF_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + \frac{F_1(p_1)}{p_1 F_2'(p_1)} e^{p_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{p_2 F_2'(p_2)} e^{p_2 t},$
знаменатель имеет один нулевой корень: $pF_2(p)$, корни характеристического уравнения $F_2(p) = 0$ комплексные сопряженные $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{CB}$	$\frac{F_1(p)}{pF_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + 2 \operatorname{Re} \left[\frac{F_1(p_1)}{p_1 F_2'(p_1)} e^{p_1 t} \right].$

Список литературы

1. Сборник задач по теоретическим основам электротехники/ Л.Д.Бессонов, И.Г.Демидова, М.Е.Заруди и др.-М.: Высшая школа, 2003.-52с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники.-М.: Гардарики,1999. - 638с.
3. Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. - М.: Высшая школа, 1990.- 544с.
4. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей.- М.: Энергоатомиздат, 1989. -528с.
5. Денисенко В.И., Зуслина Е.Х. ТОЭ. Учебное пособие.- Алматы: АИЭС, 2000, 83 с.
6. Денисенко В.И., Креслина С.Ю. ТОЭ1. Конспект лекций (для бакалавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2008, с. 67.
7. Денисенко В.И., Креслина С.Ю., Светашев Г.М. ТОЭ2. Конспект лекций (для бакалавриата 050702 – Автоматизация и управление). Алматы: АИЭС, 2009, с. 62.

Содержание

1 Требования к выполнению и оформлению курсовой работы	3
2 Задание к курсовой работе	6
3 Методические указания к выполнению курсовой работы	10
4 Список литературы.....	13

Алма Тлендиевна Аршабекова

Светлана Юрьевна Креслина

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Методические указания и задания к курсовой работе
для студентов специальности 5В0702 – Автоматизация и управление

Редактор: **З.Т. Абдраимова**

Специалист по стандартизации: **Б.Н. Мауталинова**

Тираж __100__ экз.

Подписано в печать _____

Объем _____ уч. - изд. л.

Бумага типографская

Формат 60x84 1/16 №1

Заказ ____ . Цена _____ тенге.

Копировально-множительное бюро
Некоммерческого акционерного общества
«Алматинский университет энергетики и связи»
050013, Алматы, Байтурсынова, 126