

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Колледж Агробизнеса Забайкальского аграрного института ФГБОУ ВПО
«Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»



ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания и контрольные задания для студентов – заочной формы обучения средних профессиональных учебных заведений по специальностям:

110809 «Механизация сельского хозяйства»

190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

ББК 32 85

К 89

УДК 621.38

Рецензенты: Жалсанова Н.А., кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных дисциплин Забайкальского аграрного института

Самодурова Т.Н. – преподаватель дисциплины – физика Колледжа Агробизнеса Забайкальского аграрного института.

Ответственный за выпуск: Елгина Е.Г. – методист Колледжа Агробизнеса Забайкальского аграрного института.

Составитель: Кузнецова Е.В. – преподаватель общетехнических дисциплин Колледжа Агробизнеса Забайкальского аграрного института.

Методические указания и контрольные задания для студентов – заочников специальностей: 110809 «Механизация сельского хозяйства»; 190631 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта» - г. Чита Колледж Агробизнеса Забайкальского аграрного института, 2013 г.

Данные методические указания и контрольные задания составлены по программе, утвержденной Главным учебно – методическим управлением среднего профессионального образования и учебника Федорченко А.А., Синдеев Ю.Г. «Электротехника с основами электроники» - Москва, 2012 г.

Методические указания и контрольные задания, необходимы студенту заочного отделения для выполнения контрольных работ по дисциплине «Электротехника и электроника»

Рассмотрено: на заседании цикловой комиссии общетехнических дисциплин Колледжа Агробизнеса ЗабАИ.

Протокол № от «___» _____ 2013 г

Рекомендованы методическим советом Колледжа Агробизнеса ЗабАИ
от «___» _____ 2013 г

Компьютерная верстка: Аллюкова О.П.

Колледж Агробизнеса ЗабАИ

Рецензия

На методическое указание для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электротехника и электроника» специальности 110809 «Механизация сельского хозяйства», составленное преподавателем общетехнических дисциплин колледжа Агробизнеса Забайкальского аграрного института ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия» Кузнецовой Е.В.

Согласно требованиям Государственного образовательного стандарта и рабочей программы дисциплины «Электротехника и электроника», предусмотрена самостоятельная работа студентов в количестве 70 часов.

Для развития активности и самостоятельности, используя основную и дополнительную литературу, согласно методического указания студент пишет конспекты, решает задачи.

В методическом указании достаточно формул, правильно использована терминология, буквенные обозначения, формулярные символы.

Предлагаемое методическое указание актуально, расширяет кругозор студентов, формирует умения и навыки самостоятельного и умственного труда.

Рецензент: Жалсанова Н.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных дисциплин, Забайкальского аграрного института.

Рецензия

На методическое указание для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электротехника и электроника» специальности 190631 «ТО и ремонт автомобильного транспорта», составленное преподавателем общетехнических дисциплин колледжа Агробизнеса Забайкальского аграрного института ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия» Кузнецовой Е.В.

Согласно требованиям Государственного образовательного стандарта и рабочей программы дисциплины «Электротехника и электроника», предусмотрена самостоятельная работа студентов.

Для развития активности и самостоятельности, используя основную и дополнительную литературу, согласно методического указания студент пишет конспекты, решает задачи.

В методическом указании достаточно формул, правильно использована терминология, буквенные обозначения, формулярные символы.

Предлагаемое методическое указание актуально, расширяет кругозор студентов, формирует умения и навыки самостоятельного и умственного труда.

Рецензент: Самодурова Т.Н. – преподаватель физики колледжа Агробизнеса Заб.АИ филиала ФГБОУ ВПО «Иркутская государственная сельскохозяйственная академия»

Общие методические указания к выполнению контрольных работ

Учебным планом предусмотрены две контрольные работы, которые выполняются студентами на третьем и четвертом курсе обучения. Варианты для каждого студента индивидуальные. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера личного дела (шифра) студента. Номера задач, которые должен решить студент по своему варианту, приведены в таблице 1. Каждая контрольная работа содержит по четыре задания. Задания, выполненные не по своему варианту, не засчитываются и возвращаются студенту.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради, желательно в клетку. Условие задач следует переписывать полностью. Необходимо оставлять на каждой странице поля шириной 25-30 мм для замечаний рецензента, а конце тетради 2 страницы для рецензии.

Под текстом условия задачи на левой стороне листа выписываются столбцом известные данные и величины, которые требуется определить. Справа от исходных данных приводится необходимый чертеж (схема), выполненный карандашом. Условные обозначения на чертеже (схеме) должны удовлетворять требованиям ГОСТ. Если графический материал выполняется на отдельном листе, то его надо вклеить в тетрадь. Под исходными данными и чертежом (схемой) приводится решение задачи, которое должно содержать расчеты и объяснения. При расчетах сначала выписывается формула, затем в нее подставляются числовые значения величин обязательно в основных единицах системы СИ и, наконец, после проведения вычислений записывается конечных результат. При вычислениях следует пользоваться микрокалькуляторами.

В конце работы должен быть приведен список литературы, использованной при выполнении контрольной работы.

После проверки контрольной работы, преподавателем, она возвращается студенту. Если в контрольной работе, имеются замечания преподавателя, (условно зачтена), то надо исправить отмеченные ошибки выполнить все его указания и повторить недостаточно усвоенный материал. Если контрольная работа получила неудовлетворительную оценку (не зачтена), то студент выполняет ее снова и отдает на повторную проверку.

В случае возникновения затруднений при выполнении контрольных работ студент должен обратиться в Колледж за консультацией.

По дисциплине согласно учебному плану предусмотрен экзамен. Студенты не могут быть допущены к сдаче экзамена без зачтенных контрольных работ.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Березкина Т.Ф., Гусев П.М., Масленников В.В. – Задачник по общей электротехнике с основами электроники. М.: Высшая школа, 1998
2. Данилов И.А., Иванов П.М. – Общая электротехника с основами электроники, - М.: Высшая школа, 1998
3. Жеребцов И.П. Основы электроники – Л.: Энергоатомиздат, 1989

5. Федорченко А.А., Синдеев Ю.Г. – Электротехника с основами электроники:

Учебник – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2012

Дополнительная

6. Гальперин М.В. Электротехника и электроника: Учебник – М: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2010

7. Савилов Г.В. Электротехника и электроника: электронный учебник – М.: КНОРУС, 2010

8. Электротехника / Под редакцией А.Я Шихина – М. – «Высшая школа», 1997.

№ варианта	Номера задач для контрольных работ		№ варианта	Номера задач для контрольных работ		№ варианта
	1	2		1	2	
1	2	3	1	2	3	
01	12; 63;31;91	10; 55;1;88	51	19;66;36;94	6;54;14;87	
02	21;75;47;97	18;43;30;83	52	29;76;60;104	19;61;29;92	
03	18;71;40;101	29;71;5;102	53	11;82;45;99	24;42;12;97	
04	28;79;53;109	12;20;58;95	54	27;63;40;110	11;66;2;107	
05	26;61;45;98	1;75;17;100	55	23;86;50;116	3;77;16;81	
06	30;82;33;113	8;45;24;106	56	2;70;33;92	3;70;15;97	
07	23;72;55;93	15;65;29;92	57	28;89;43;105	8;45;29;110	
08	14;68;48;110	3;79;22;91	58	13;72;38;98	2;53;21;103	
09	19;76;37;106	3;48;16;101	59	26;80;31;101	9;57;18;85	
10	29;83;52;119	11;68;27;81	60	3;65;48;112	5;44;18;104	
11	1;64;41;95	8;51;21;95	61	18;69;34;95	11;50;24;101	
12	18;86;50;108	6;74;24;110	62	13;81;36;114	5;70;21;107	
13	13;67;46;105	11;41;26;85	63	7;70;54;104	5;60;19;91	
14	20;89;60;114	8;78;19;105	64	11;89;37;110	30;16;72;86	
15	3;70;32;99	4;61;26;97	65	1;75;40;106	5;41;25;83	
16	22;65;42;103	5;70;16;84	66	24;61;52;94	14;67;26;100	
17	5;62;54;111	12;50;25;102	67	23;87;33;120	9;75;20;105	
18	24;74;43;91	18;63;26;94	68	5;72;44;103	4;55;23;94	
19	11;83;45;116	5;67;17;100	69	19;68;46;96	1;74;27;106	
20	17;81;34;100	2;52;21;87	70	17;79;39;102	9;69;23;84	
21	24;66;48;113	10;46;24;107	71	3;74;52;108	13;44;29;96	
22	2;86;31;96	6;60;23;99	72	12;82;35;98	8;64;20;103	
23	27;77;36;109	14;42;30;88	73	14;62;50;116	10;65;21;85	
24	17;71;41;117	4;66;25;100	74	7;73;46;91	6;52;22;99	
25	7;63;49;103	6;57;23;82	75	20;69;38;111	8;79;25;81	
26	25;78;39;112	10;77;20;109	76	9;83;48;109	15;58;25;107	
27	4;75;53;94	1;50;17;92	77	2;71;31;108	2;48;29;92	
28	20;69;44;120	5;42;20;105	78	13;66;19;114	1;62;16;109	
29	9;84;32;115	7;68;30;86	79	8;78;41;96	10;71;25;86	
30	14;79;55;101	16;54;29;106	80	21;76;35;120	8;76;22;96	
31	12;90;38;118	1;62;15;92	81	5;64;55;106	13;73;27;87	
32	22;61;51;111	13;76;22;98	82	22;85;52;100	4;46;12;108	
33	1;80;43;92	9;49;14;84	83	10;74;37;115	10;51;23;94	
34	26;88;52;98	7;43;24;102	84	15;61;57;93	6;59;20;83	

35	6;73;32;102	3;59;26;96	85	6;68;42;119	17;51;30;105
36	15;67;35;110	12;73;28;93	86	25;88;55;102	12;78;26;90
37	8;78;39;107	3;53;22;103	87	5;84;44;118	6;43;29;101
38	29;84;49;97	7;64;18;82	88	27;77;32;112	17;68;28;89
39	10;64;42;115	4;47;28;107	89	21;62;59;103	14;46;23;99
40	4;90;33;104	2;55;21;95	90	9;90;42;97	7;56;27;88
41	16;85;49;119	6;72;17;109	91	18;80;53;102	11;80;28;82
42	30;77;46;93	9;78;22;90	92	30;77;38;116	2;63;18;93
43	10;87;37;96	14;80;26;82	93	4;87;60;105	7;59;30;104
44	25;62;56;117	8;57;27;104	94	15;73;34;96	13;49;30;93
45	16;75;4;105	10;69;28;108	95	16;80;54;117	12;74;22;108
46	2;81;31;92	4;44;19;93	96	28;85;47;92	17;62;29;100
47	8;69;51;99	9;80;23;87	97	1;67;51;118	13;48;27;81
48	19;88;39;100	11;64;30;104	98	25;90;44;107	13;53;28;98
49	29;73;35;107	7;76;20;98	99	29;82;49;113	11;72;28;110
50	6;65;34;95	3;56;15;86	00	17;78;33;100	3;47;15;90

Методические указания к выполнению контрольной работы I

В контрольную работу 1 входят задачи, относящиеся к темам I.5, 2.2, I.4, 5.2. Эти темы первого раздела дисциплины являются ключевыми и поэтому решение задач на заключительном этапе их изучения способствует качественному усвоению учебного материала.

Методические указания к решению задач I...30

Приступая к решению I...30, уделите особое внимание изучению теоретического материала, изложенного в учебнике Л-2 на страницах 42-50. При этом твердо уясните закон Ома для всей цепи и ее участков, законы Кирхгофа, а также методику расчета эквивалентного сопротивления цепи при различных соединениях резистивных потребителей энергической энергии.

При смешанном соединении резисторов, представляющем собой комбинацию последовательного и параллельного соединений, эквивалентное сопротивление находится путем постепенного упрощения схемы и «свёртывания» ее, так чтобы получить одно сопротивление. При расчете токов в отдельных ветвях схему «развертывают» в обратном порядке.

Достоверность расчетов проверяется составлением уравнения баланса мощности электрической цепи, согласно которому мощность, развиваемая источником (источниками) электрической энергии, должна быть равна мощности преобразования в цепи электрической энергии в другие виды энергии.

Перед решением задач рассмотрите типовой пример I.

Пример I. Для схемы, приведенной на рис. 4, определить эквивалентное сопротивление всей цепи, токи во всех ветвях, ток, потребляемый от источника, если известно, что мощность, рассеиваемая на резисторе R_3 равна 750Вт. Составлять баланс мощностей. Начертить схему измерения напряжения на зажимах источника, тока в ветви с резистором R_3 и мощности на участке цепи с-d, Внутренне сопротивление источника считать равным нулю.

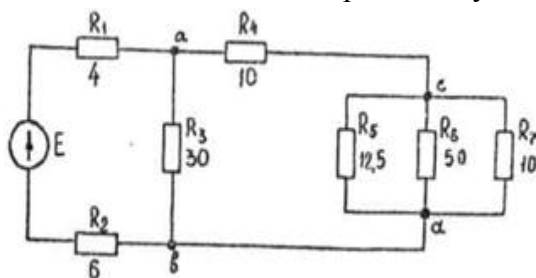


Рис.4

Решение:

Резисторы R_5 , R_6 , R_7 соединены параллельно. Их эквивалентная проводимость $G_{э1}$ и сопротивление $R_{э1}$ равны:

$$G_{э1} = G_5 + G_6 + G_7 = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{12,5} + \frac{1}{50} + \frac{1}{10} = 0,2 \text{ см}$$

$$R_{э1} = \frac{1}{G_{э1}} = \frac{1}{0,2} = 50 \text{ м}$$

В результате схема рис. 4 может быть представлена эквивалентной схемой рис. 5, в которой резисторы R_4 и $R_{э1}$ соединены последовательно. Их эквивалентное сопротивление

$$R_{э2} = R_4 + R_{э1} = 10 + 5 = 15 \text{ Ом}$$

На участке ab резисторы R_3 и $R_{э2}$ соединены параллельно. Их эквивалентное сопротивление.

$$R_{э3} = \frac{R_3 \cdot R_{э2}}{R_3 + R_{э2}} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \text{ Ом}$$

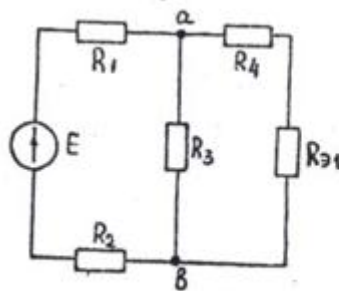


Рис. 5

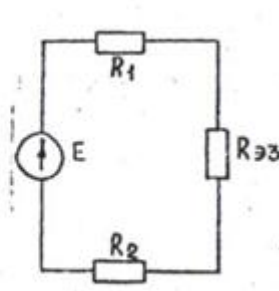


Рис. 6

Таким образом, схема рис. 5 приводится к схеме рис. 6, где резисторы R_1 , $R_{э3}$ и R_2 соединены последовательно. Эквивалентное сопротивление цепи.

$$R_э = R_1 + R_{э3} + R_2 = 4 + 10 + 6 = 20 \text{ Ом}$$

В соответствии с условием задачи введем в схему рис. 4 измерительные приборы. Тогда схема примет вид, представленный на рис. 7.

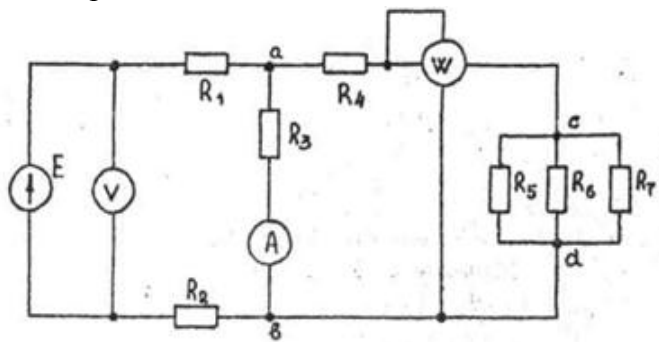


Рис. 7

Для расчета токов в ветвях и определения показаний приборов найдем ток I_3 , протекающий по резистору R_3 (регистрируемый амперметром) из формулы

$$P_3 = I_3^2 \cdot R_3$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{P_3}{R_3}} = \sqrt{\frac{150}{100}} = 1,22 \text{ А}$$

Ток I_4 в ветви ac определим, рассчитав предварительно падение напряжения на резисторе R_3 . По закону Ома для пассивного участка цепи.

$$U_3 = U_{ав} = I_3 \cdot R_3 = 1,22 \cdot 100 = 122 \text{ В}$$

Ток, протекающий по резистору R_4 :

$$I_4 = \frac{U_{ab}}{R_{\Sigma 2}} = \frac{150}{15} = 10 \text{ A}$$

Напряжение $U_{cd} = I_4 \cdot R_{\Sigma 1} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}$

Токи в ветвях между узлами c и d :

$$I_5 = \frac{U_{cd}}{R_5} = \frac{50}{12,5} = 4 \text{ A};$$

$$I_6 = \frac{U_{cd}}{R_6} = \frac{50}{50} = 1 \text{ A}$$

$$I_7 = \frac{U_{cd}}{R_7} = \frac{50}{10} = 5 \text{ A}$$

Ток в неразветвленной части цепи определим, используя I-й закон Кирхгофа:

$$I = I_1 = I_2 = I_3 + I_4 = 5 + 10 = 15 \text{ A}$$

Применяя закон Ома для пассивного участка, определим показатели вольтметра:

$$U = IR_9 = 15 \cdot 20 = 300 \text{ В}$$

Так как по условию задачи внутреннее сопротивление источника $R_{вт} = 0$, то показания вольтметра соответствует величине ЭДС источника. Поэтому

$$E = 300 \text{ В}$$

Ваттметр, включенный в цепь, показывает мощность того участка цепи, к которому он подключен:

$$P_{cd} = U_{cd}(I_5 + I_6 + I_7) = 50 \cdot (4 + 1 + 5) = 500 \text{ Вт}$$

Достоверность результатов расчетов проверим составлением уравнения баланса мощностей:

$$EI = \sum_{i=1}^7 R_i \cdot I_i^2 \text{ или } P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7$$

$$300 \cdot 15 = (4 + 6) \cdot 15^2 + 30 \cdot 5^2 + 10 \cdot 10^2 + 12,5 \cdot 4^2 + 50 \cdot 1^2 + 10 \cdot 5^2$$

$$4500 = 4500$$

Равенство левой и правой частей уравнения свидетельствует о правильном решении задачи.

Методические указания к решению задач 31...60

Эта группа задач относится к теме «Однофазные электрические цепи переменного тока». Приступая к решению задач, следует изучить материал на страницах 131-190 учебника Л-2, обратив главное внимание на понимание физических процессов, протекающих в цепях переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью, на усвоение математического аппарата расчета цепей подобного рода и на освоение методики построения векторных диаграмм.

Перед решением задач рассмотрите типовые примеры 2,3.

Пример 2. К генератору переменного тока последовательно подключены индуктивная катушка с полным сопротивлением $Z = 30,27 \text{ Ом}$ и конденсатор $C = 54 \text{ мкФ}$. По цепи протекает ток $I = 15 \text{ А}$ частотой $f = 500 \text{ Гц}$. Активная мощность цепи при этом $P = 900 \text{ Вт}$. Начертить схему электрической цепи, определить ее активное, реактивное и полное сопротивление, реактивную и полную мощности, коэффициент мощности. Построить векторную диаграмму.

Решение:

Начертим схему электрической цепи, изобразив катушку индуктивности в виде последовательного соединения ее индуктивности L и активного сопротивления проводов катушки R .

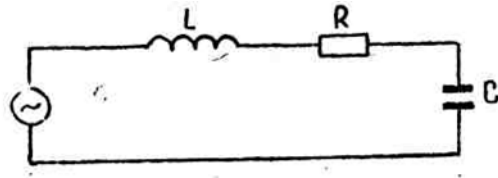


рис. 8

Активное сопротивление катушки определим по известным значениям активной мощности и тока:

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{900}{15^2} = 4 \text{ Ом}$$

Индуктивное сопротивление катушки и ее индуктивность вычислим, используя заданные значения полного сопротивления катушки и частоты тока:

$$X_L = \sqrt{Z_K^2 - R^2} = \sqrt{30,27^2 - 4^2} = 30 \text{ Ом}$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{30}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} = 9,55 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 9,55 \text{ мГн}$$

Емкостное сопротивление конденсатора

$$X_C = \frac{I}{2\pi f C} = \frac{I}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 54 \cdot 10^{-6}} = 5,9 \text{ Ом}$$

Реактивное и полное сопротивление цепи:

$$X = X_L - X_C = 30 - 5,9 = 24,1 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{4^2 + 24,1^2} = 24,43 \text{ Ом}$$

$$X = X_L - X_C = 30 - 5,9 = 24,1 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{4^2 + 24,1^2} = 24,43 \text{ Ом}$$

Напряжение на зажимах генератора переменного тока:

$$U = IZ = 15 \cdot 24,43 = 366,45 \text{ В}$$

Реактивная и полная мощность цепи и коэффициент мощности:

$$Q_L = I^2 X_L = 15^2 \cdot 30 = 6750 \text{ вар};$$

$$Q_C = I^2 X_C = 15^2 \cdot 5,9 = 1327,5 \text{ вар};$$

$$Q = Q_L - Q_C = 6750 - 1327,5 = 5422,5 \text{ вар};$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{900^2 + 5422,5^2} = 5496,7 \text{ В А};$$

$$\cos \alpha = \frac{P}{S} = \frac{900}{5496,7} = 0,16$$

Построение векторной диаграммы представляет собой определение геометрической суммы активной и реактивных составляющих напряжения, т.е. сложение соответствующих векторов напряжения.

$$\bar{U} = \bar{U}_a + \bar{U}_L + \bar{U}_C$$

При этом результирующий вектор численно равен напряжению, приложенному к цепи.

Для построения векторной диаграммы вычислим значения активной и реактивных составляющих напряжения:

$$U_a = I \cdot R = 15 \cdot 4 = 60 \text{ В};$$

$$U_L = I \cdot X_L = 15 \cdot 30 = 450 \text{ В};$$

$$U_C = I \cdot X_C = 15 \cdot 5,9 = 88,5 \text{ В};$$

Исходя из результатов вычислений напряжений, примем масштабы по напряжению: $m_U = 50 \text{ В/см}$ и по току: $m_I = 5 \text{ А/см}$. Тогда длина векторов напряжений и тока будет равна.

$$\bar{U}_a = U_a / m_U = 60 / 50 = 1,2 \text{ см} = 12 \text{ мм}$$

$$\bar{U}_L = U_L / m_U = 450 / 50 = 9 \text{ см} = 90 \text{ мм}$$

$$\bar{U}_C = U_C / m_U = 88,5 / 50 = 1,77 \text{ см} = 17,7 \text{ мм}$$

$$\bar{I} = I / m_I = 15 / 5 = 3 \text{ см} = 30 \text{ мм}$$

Построение векторной диаграммы (рис. 9) начнем с вектора тока \bar{I} , который расположим по горизонтали. Из начала вектора тока в сторону опережения на 90° отложим вектор индуктивной составляющей напряжения \bar{U}_L . Из конца вектора \bar{U}_L в горизонтальном направлении проведем вектор активной составляющей напряжения \bar{U}_a . (активная составляющая напряжения и ток совпадают по фазе), а из его конца в сторону отставания на 90° от вектора тока отложим вектор емкостной составляющей напряжения \bar{U}_C . Соединим начало вектора \bar{U}_L с концом вектора \bar{U}_C и получим вектор приложенного к цепи напряжения \bar{U} . По измеренной длине вектора определим значение напряжения:

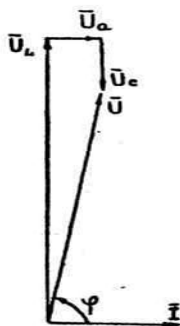


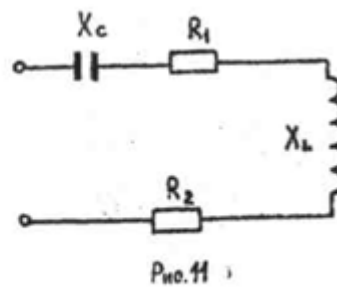
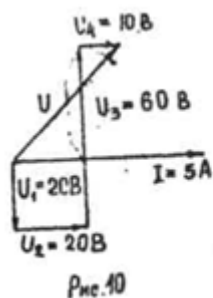
рис. 9

$$\bar{U} = 74,5 \text{ мм} = 7,45 \text{ см}$$

$$U = \bar{U} m_U = 7,45 \cdot 50 = 372,5 \text{ В}$$

Расхождение между полученным значением напряжения и ранее вычисленным (366,45В) обусловлено погрешностям построения векторной диаграммы. Отличие результатов не превышает 3%, что подтверждает достоверность полученных в ходе решения задачи результатов.

Пример 3. На рис. 10 задана векторная диаграмма для неразветвленной цепи, ток I и падения напряжений на каждом сопротивлении. Определить характер и величину каждого сопротивления, вычислить приложенное напряжение, полное сопротивление цепи, активную и полную мощности, а также величину индуктивности и емкости, если частота тока равна 50Гц.



Решение:

Из векторной диаграммы следует, что напряжение \bar{U}_1 отстает от тока на угол 90° . Следовательно, на первом участке включён конденсатор, сопротивление которого

$$X_C = \frac{U_1}{I} = \frac{20}{5} = 4 \text{ Ом}$$

Вектор напряжения на втором участке \bar{U}_2 направлен параллельно вектору тока, т.е. совпадает по фазе. Значит, на втором участке включено активное сопротивление.

$$R_1 = \frac{U_2}{I} = \frac{20}{5} = 4 \text{ Ом}$$

Вектор напряжения на третьем участке \bar{U}_3 опережает вектор тока на угол 90° , что характерно для индуктивности, сопротивление которой

$$X_L = \frac{U_3}{I} = \frac{60}{5} = 12 \text{ Ом}$$

На четвёртом участке включено активное сопротивление

$$R_2 = \frac{U_4}{I} = \frac{10}{5} = 2 \text{ Ом}$$

Эквивалентная схема цепи приведена на рис. 11.

Из векторной диаграммы определим значение приложенного напряжения

$$U = \sqrt{(U_2 + U_4)^2 + (U_3 - U_1)^2} = \sqrt{(20 + 10)^2 + (60 - 20)^2} = 50 \text{ В}$$

Полное сопротивление цепи

$$Z = U/I = 50/5 = 10 \text{ Ом}$$

Активная, реактивная и полная мощности цепи:

$$P = R \cdot I^2 = (R_1 + R_2) \cdot I^2 = 6 \cdot 5^2 = 150 \text{ Вт}$$

$$Q = Q_L - Q_C = I^2 \cdot X_L - I^2 \cdot X_C = I^2(X_L - X_C) = 5^2 \cdot (12 - 4) = 200 \text{ вар}$$

$$S = Z \cdot I^2 = 10 \cdot 5^2 = 250 \text{ В} \cdot \text{А}$$

По известной частоте тока и вычисленным значениям индуктивного и емкостного сопротивлений определим величину индуктивности и емкость конденсатора:

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{12}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} = 38,2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$C = \frac{I}{2\pi f} \cdot X_C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 4} = 7,96 \cdot 10^{-4} \text{ Ф} = 796 \text{ мкФ}$$

Методические указания к решению задач 61...90

Теоретический материал по теме «Трёхфазные электрические цепи», относящийся к данному классу задач, изложен на страницах 169-179 учебника Л2. Для решения задач по указанной теме

необходимо отчётливо представлять особенности соединения источников и потребителей электрической энергии по схемам «звезда» и «треугольник», знать соотношения между линейными и фазными величинами токов и напряжений при этих соединениях.

Перед решением задач рассмотрите примеры 4, 5.

Пример 4. В трехфазную трехпроводную сеть с линейным напряжением $U_{\text{ном}} = 380$ В промышленной частоты подключена равномерная нагрузка по схеме «звезда». Полное сопротивление и индуктивность фазы равны соответственно 90 Ом и 180 мГн. Определить активную, реактивную и полную мощности, коэффициент мощности, действующие значения тока и напряжения.

Решение:

Начертим схему включения нагрузки в сеть и определим фазное напряжение, фазный и линейный токи, используя известное для заданной схемы соединения соотношение.

$$U_{\text{ном}} = U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}}$$

$$U_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1,73} = 220 \text{ В}$$

$$I_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{ф}}}{Z} = \frac{220}{90} = 2,45 \text{ А}; \quad I_{\text{л}} = I_{\text{ф}} = 2,45 \text{ А}$$

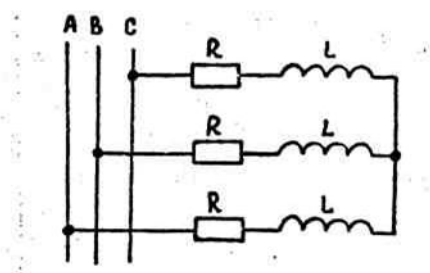


рис. 12

Реактивное и активное сопротивление фазы:

$$X_L = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 180 \cdot 10^{-3} = 56,6 \text{ Ом}$$

$$R = \sqrt{Z^2 - X_L^2} = \sqrt{90^2 - 56,5^2} = 70 \text{ Ом}$$

Коэффициент мощности нагрузки $\cos\alpha$ и $\sin\alpha$

$$\cos\alpha = \frac{R}{Z} = \frac{70}{90} = 0,778$$

$$\sin\alpha = \frac{X_L}{Z} = \frac{56,5}{90} = 0,628$$

Активная, реактивная и полная мощности нагрузки:

$$P = 3U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 \cdot 0,778 = 1260 \text{ Вт} = 1,26 \text{ кВт}$$

$$Q = 3U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \sin\alpha = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 \cdot 0,628 = 1015 \text{ вар} = 1,015 \text{ квар}$$

$$S = 3U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} = 3 \cdot 220 \cdot 2,45 = 1260 \text{ Вт} = 1,26 \text{ кВт}$$

Пример 5: Три катушки с активным сопротивлением 20 Ом и индуктивностью 0,3 Гн каждая включили по схеме «треугольник» в трехфазную сеть с линейным напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Затем катушки соединили по схеме «звезда» и подсоединили к той же сети. Определить линейные токи, фазные напряжения активные мощности при соединении катушек в «звезду» и «треугольник», а также отношения линейных токов, фазных напряжений и активных мощностей.

Решение:

Определим индуктивное и полное сопротивление катушки и $\cos\alpha$:

$$X_L = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,3 = 94,2 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + 94,2^2} = 96,3 \text{ Ом}$$

$$\cos\alpha = \frac{R}{Z} = \frac{20}{96,3} = 0,21$$

Полученные значения величин используем для расчета линейного тока и активной мощности при соединении катушек в треугольник, применяя справедливые для данного соединения соотношения:

$$U_{\text{ном}} = U_{\text{л}} = U_{\text{ф}\Delta}$$

$$I_{\text{л}\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ф}\Delta}$$

$$I_{\text{ф}\Delta} = \frac{U_{\text{ф}\Delta}}{Z} = \frac{220}{96,3} = 2,28 \text{ А}$$

Линейный ток, потребляемый из сети

$$I_{\text{л}\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ф}\Delta} = 1,73 \cdot 2,28 = 3,94 \text{ А};$$

$$P_{\Delta} = 3U_{\text{ф}\Delta} \cdot I_{\text{ф}\Delta} \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 220 \cdot 2,28 \cdot 0,21 = 316 \text{ Вт}$$

При соединении катушек в «звезду» фазное напряжение

$$U_{\text{ф}\lambda} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}} = \frac{220}{1,73} = 127 \text{ В}$$

Учитывая, что полное сопротивление катушки не зависит от способа включения и что при соединении в «звезду» фазный и линейный токи равны по величине, будем иметь

$$I_{\text{л}\lambda} = I_{\text{ф}\lambda} / Z = 127 / 96,3 = 1,32 \text{ А}$$

Вычислим теперь активную мощность нагрузки при соединении в звезду и определим отношения линейных токов, фазных напряжений и активных мощностей:

$$P_{\lambda} = 3U_{\text{ф}\lambda} \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 127 \cdot 1,32 \cdot 0,21 = 105,6 \text{ Вт}$$

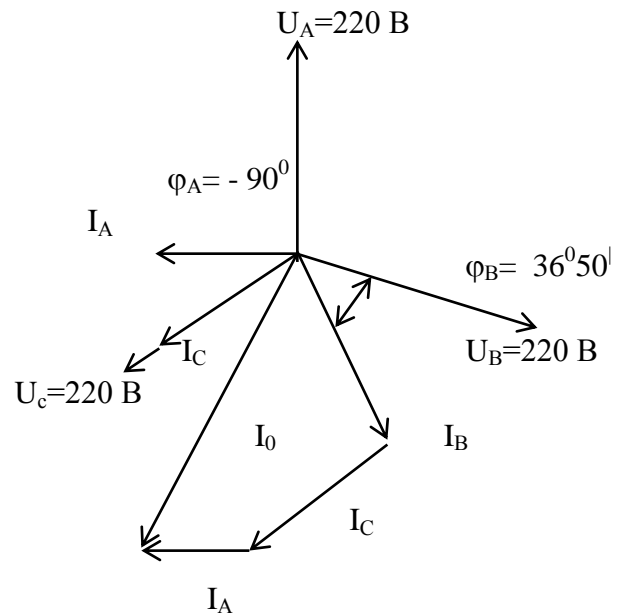
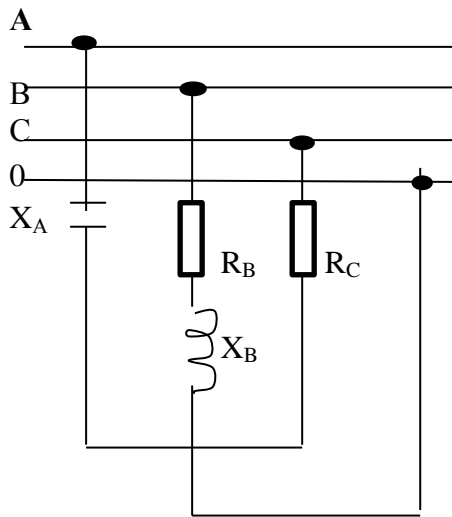
$$\frac{I_{\text{л}\Delta}}{I_{\text{л}\lambda}} = \frac{3,94}{1,32} = 3$$

$$\frac{U_{\text{ф}\Delta}}{U_{\text{ф}\lambda}} = \frac{220}{127} = 1,73 = \sqrt{3}$$

$$\frac{P_{\Delta}}{P_{\lambda}} = \frac{316}{105,6} = 2,99 = 3$$

Полученные отношения показывают, что при переключении нагрузки со «звезды» на «треугольник» потребляемая от сети мощность возрастает в три раза.

Пример 6. В трехфазную четырехпроводную сеть включили звездой несимметричную нагрузку: в фазу А – конденсатор с емкостным сопротивлением $X_a = 10 \text{ Ом}$; в фазу В – активное сопротивление $R_b = 8 \text{ Ом}$ и индуктивное $X_b = 6 \text{ Ом}$, в фазу С – активное сопротивление $R_c = 5 \text{ Ом}$. Линейное напряжение сети $U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}$. Определить фазные токи, начертить в масштабе векторную диаграмму цепи и найти графически ток в нулевом проводе.



Решение

1. Определяем фазные напряжения

$$U_A = U_B = U_C = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220\text{В}$$

2. Находим фазные токи

$$I_A = \frac{U_A}{X_A} = \frac{220}{10} = 22\text{А}$$

$$I_B = \frac{U_B}{Z_B} = \frac{220}{10} = 22\text{А} - \text{ полное сопротивление фазы В}$$

$$Z_B = \sqrt{R_B^2 + X_B^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\text{Ом}$$

$$I_C = \frac{U_C}{R_C} = \frac{220}{5} = 44\text{А}$$

Для построения векторной диаграммы выбираем масштабы по току 1 см = 10А и по напряжению 1см – 100В. Построение диаграммы начинаем с векторов фазных напряжений U_A , U_B и U_C , располагая их под углом 120° относительно друг друга. Ток I_A опережает напряжения U_A на угол 90° ; ток I_B отстает от напряжения U_B на угол φ_B , который определяется из выражения.

$$\cos\alpha_B = \frac{R_B}{Z_B} = \frac{8}{10} = 0,8; \varphi_B = 36^\circ 50'$$

Ток I_C совпадает с напряжением U_C . Ток в нулевом проводе равен геометрической сумме трехфазных токов. Измеряя длину вектора тока I_0 , которая оказалась равной 6,8 см, находим ток $I_0 = 68\text{А}$.

Методические указания к решению задач 91...120

Задачи данной группы относятся к теме «Электрические машины переменного тока». Для их решения необходимо знать устройство и принцип действия асинхронного двигателя и зависимости между электрическими величинами, характеризующими его работу.

Частота вращения магнитного поля статора n_1 зависит от числа пар полюсов обмотки статора p и частоты переменного тока f .

$$n_1 = \frac{60f}{p}$$

Поэтому ряд возможных синхронных частот вращения n_1 магнитного поля статора при частоте 50 Гц может быть: 3000, 1500, 1000, 750, об/мин и т.д. При частоте вращения ротора, например $n_2 = 950$ об/мин из этого ряда выбираем ближайшую к ней частоту вращения поля

$n_1 = 1000$ об/мин. Тогда можно определить скольжение ротора, даже не зная числа пар полюсов двигателя:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0,05$$

Из формулы для скольжения можно определить частоту вращения ротора

$$n_2 = n_1(1 - S)$$

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором нашли широкое применение для привода агрегатов и установок сельскохозяйственного назначения. В настоящее время промышленность выпускает асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором различных типов, но наиболее распространенным являются двигатели серии 4А; цифры и буквы, входящие в обозначение типа электродвигателя расшифровываются так: 4 – порядковый номер серии; А – асинхронный; Х – алюминиевая оболочка и чугунные щиты (отсутствие буквы Х означает, что корпус полностью выполнен из чугуна); В – двигатель встроен в оборудование; Н – исполнение защищенное IP23, для закрытых двигателей исполнения IP44 обозначение защиты не приводится; Р – двигатель с повышенным пусковым моментом; С – сельскохозяйственного назначения; цифра после буквенного обозначения показывает высоту оси вращения в миллиметрах (100, 112 и т.д.); буквы S, M, L после цифр установочные размеры по длине корпуса (S – станина самая короткая; M – промежуточная; L – самая длинная); цифра после установочного размера – число полюсов; буква У – климатическое исполнение (для умеренного климата); последняя цифра – категория размещения; 1 – для работы на открытом воздухе, 3 – для закрытых неотапливаемых помещений.

Каждый электродвигатель обладает рядом номинальных технических характеристик. К ним относятся номинальная мощность $P_{ном}$ (мощность на валу ротора), частота вращения ротора n_2 , коэффициент мощности $\cos\alpha_{ном}$, коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$, пусковой I_n и номинальный $I_{ном}$ токи, пусковой M_n , номинальный $M_{ном}$ и максимальный M_{max} моменты на валу ротора.

В справочниках приводятся кратность пусковой тока $K_i = I_n/I_{ном}$ кратность пускового $K_n = M_n/M_{ном}$ и максимальный $K_m = M_{max}/M_{ном}$ моментов, показывающие во сколько раз соответствующая величина больше номинальной, а также другие данные.

Перед решением задач рассмотрите примеры 7, 8.

Пример 7. Расшифровать условное обозначение двигателя 4А250 S4УЗ.

Это двигатель четвертой серии, асинхронный, корпус полностью чугунный (нет буквы Х), высота оси вращения 250мм, размеры корпуса по длине S (самый короткий), четырехполюсный, для умеренного климата, третья категория размещения.

Пример 8. Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети с линейным напряжением $U_{ном} = 380$ В при частоте $f_l = 50$ Гц. Номинальные данные двигателя: $P_{ном} = 20$ кВт; $n_2 = 960$ об/мин; $\cos\alpha_{ном} = 0,84$; $\eta_{ном} = 0,88$; $K_m = 1,8$.

Определить номинальный ток в фазе обмотки статора, число пар полюсов обмотки статора, номинальное скольжение, номинальный момент на валу ротора, максимальный момент, критическое скольжение.

Решение:

Мощность, потребляемая двигателем из сети.

$$P_1 = \frac{P_{ном}}{\eta_{ном}} = \frac{20}{0,88} = 22,73 \text{ кВт}$$

Номинальный ток, потребляемый двигателем из сети,

$$I_{\text{НОМ}} = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos\alpha_{\text{НОМ}}} = \frac{22,73 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84} = 41,16 \text{ А.}$$

Число пар полюсов может быть определено из формулы частоты вращения поля статора. При частоте напряжения 50 Гц частота вращения поля.

$$n_1 = \frac{60f_1}{P} = \frac{60 \cdot 50}{P}$$

При $n_2 = 960$ об/мин ближайшая синхронная частота $n_1 = 1000$ об/мин и число пара полюсов.

$$P = \frac{60f_1}{n_1} = 60 \cdot \frac{50}{1000} = 3$$

Номинальное скольжение

$$S_{\text{НОМ}} = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0,04$$

Критическое скольжение

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{НОМ}}(K_M + \sqrt{K_M^2 - 1})$$

Номинальный момент на валу двигателя

$$M_{\text{НОМ}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_2} = \frac{9550 \cdot 20}{960} = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Максимальный момент

$$M_{\text{max}} = K_M \cdot M_{\text{НОМ}} = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Контрольная работа 1

Задачи 1...10. К источнику постоянного тока с помощью проводов сопротивлением R_1 подключены потребители электрической энергии (рис. 13). Определить эквивалентное сопротивление цепи и показания приборов, включенных в цепь. Данные для расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2

Номер задачи	Параметры цепи						Дополнительный параметр
	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	$R_{\text{л}}$, Ом	
1	3	8	2	4	10	1,25	$U_3 = 3,5 \text{ А}$
2	6	7	6	20	4	1,2	$R_1 = 24 \text{ Вт}$
3	56	2	4	6	22	1,5	$U_4 = 1 \text{ В}$
4	15	1	5	4	41	0,5	$P_5 = 10,25 \text{ Вт}$
5	4	6	4	8	68	1,2	$I_4 = 0,5 \text{ А}$
6	15	30	60	2	10	2,0	$R_{\text{л}} = 12,5 \text{ Вт}$
7	2	3	8	18	6	1,0	$U_3 = 36 \text{ В}$
8	2	10	24	2	4	1,2	$I_5 = 3 \text{ А}$
9	10	5	4	7	9	1,8	$P_4 = 28 \text{ Вт}$
10	4	6	10	2	8	0,5	$U_5 = 40 \text{ В}$

Задачи 11...20. Цепь постоянного тока (рис. 14) содержит несколько резисторов. По известному значению напряжения, тока или мощности, приведенному в таблице 3 определить указанный в той же таблице неизвестный параметр цепи. Вычислить эквивалентное сопротивление цепи и мощность, потребляемую всей цепью.

Таблица 3

Номер задачи	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Задаваемая величина	I_6	U_{AB}	I_4	I_1	I_3	P_2	U_5	P_5	U_1	P_1
	6A	50B	2A	5A	1,2A	240Вт	18B	14,4 Вт	20 В	100 Вт
Определить	U_{AB}	I_3	U_{AB}	U_4	U_{AB}	U_1	I_1	U_{AB}	I_4	U_4

Задача 21...30. Цепь, схема которой представлена на рис. 15, подсоединена к источнику постоянного тока. Определить эквивалентное сопротивление цепи и токи во всех ветвях. Правильность решения задачи проверить составлением баланса мощностей. Внутреннее сопротивление источника считать равным нулю. Исходные данные для решения задач приведены в таблице 4.

Таблица 4

Номер задачи	Параметры цепи					Дополнительный параметр
	$R_1, \text{ Ом}$	$R_2, \text{ Ом}$	$R_3, \text{ Ом}$	$R_4, \text{ Ом}$	$R_5, \text{ Ом}$	
21	3	8	2	4	10	$U_{AB} = 50 \text{ В}$
22	6	7	10	20	4	$U_{AC} = 30 \text{ В}$
23	4	6	4	8	72	$U_{CD} = 120 \text{ В}$
24	10	4	10	5	10	$U_{BC} = 60 \text{ В}$
25	15	1	5	5	42	$U_{BD} = 42 \text{ В}$
26	4	2	10	2	20	$P_1 = 576 \text{ Вт}$
27	10	1	60	30	15	$P_2 = 255 \text{ Вт}$
28	7	6	30	12	4	$P_3 = 30 \text{ В}$
29	20	3	2	4	42	$P_4 = 42 \text{ В}$
30	56	2	3	5	72	$P_{\text{общ}} = 729 \text{ В}$

Задачи 31...40. Цепь переменного тока содержит включенные последовательно индуктивность, резистор и конденсатор. Величины активного, индуктивного и емкостного сопротивлений приведены в таблице 5. Начертить схему цепи и определить: 1) полное сопротивление цепи; 2) напряжение, приложенное к цепи; 3) ток в цепи; 4) коэффициент мощности; 5) реактивную и полную мощности цепи. Построить векторную диаграмму.

Задачи 41...50. По заданной векторной диаграмме (рис. 16...19) для цепи переменного тока начертить эквивалентную схему и определить: 1) характер и величину сопротивления каждого элемента; 2) полное сопротивление цепи; 3) напряжение, приложенное к цепи; 4) активную, реактивную и полную мощности цепи; 5) коэффициент мощности. Номер рисунка и величины напряжений и тока приведены в таблице 6.

Задачи 51...60. К генератору переменного тока с напряжением U и частотой f подключены последовательно конденсатор емкостью C и катушка с активным сопротивлением R и индуктивностью L . Начертить схему электрической цепи и определить: 1) ток в цепи; 2) реактивную и полную мощности катушки, конденсатора и всей цепи; 3) коэффициент мощности. Построить векторную диаграмму. Данные для расчета приведены в таблице 7.

Задачи 61...70. Три одинаковые катушки индуктивности с активным сопротивлением R включили в трехфазную сеть с линейным напряжением $U_{\text{ном}}$, соединив их в треугольник. Амперметры при этом показали ток в каждой фазе $I_{\text{ф}}$. Затем катушки соединили звездой и включили в ту же сеть. Начертить обе схемы включения катушек и обозначить на каждой фазные и линейные

токи и напряжения. Определить во сколько раз при указанном переключении катушек изменились фазные и линейные токи и потребляемая цепью активная мощность. Данные для расчета приведены в таблице 8.

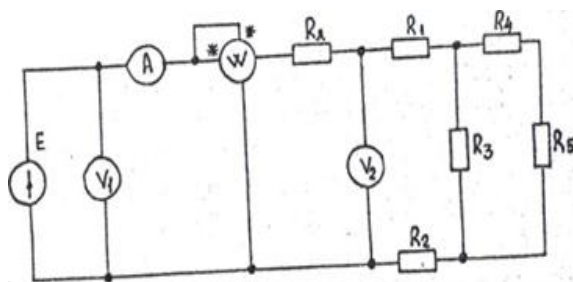


Рис. 13

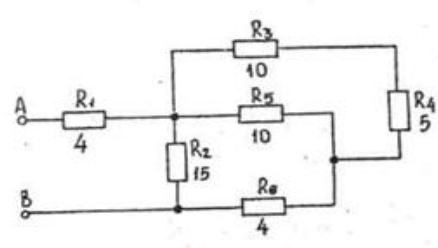


Рис. 14

R₅

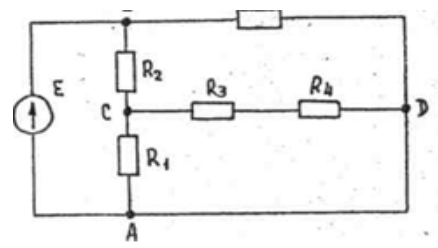


рис. 15

Таблица 5.

Номер задачи	Параметры цепи			Дополнительный параметр
	R, Ом	X _L , Ом	X _C , Ом	
31	4	6	3	Q _L = 150 вар
32	8	3	9	U = 40 В
33	3	2	6	U = 50 В
34	8	4	10	I = 4 А
35	6	10	2	I = 5 А
36	6	12	14	P = 24 Вт
37	8	4	10	P = 800 Вт
38	6	2	10	Q _C = -160 вар
39	12	18	2	S = 500 В.А
40	12	20	4	Q _L = 500 вар

Таблица 6

Номер задачи	Исходные данные						
	Номер рис.	$U_1, В$	$U_2, В$	$U_3, В$	$U_4, В$	$U_5, В$	$I, А$
41	16	20	20	10	20	40	5
42	17	10	20	8	6	-	1
43	18	60	48	24	-	-	3
44	19	16	2	12	6	10	2
45	16	12	20	12	4	4	2
46	17	32	80	16	16	-	4
47	19	48	84	24	24	36	6
48	16	16	24	20	40	44	4
49	17	20	30	20	10	-	5
50	19	10	50	40	20	30	5

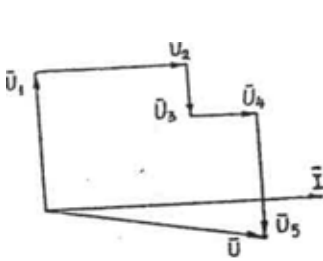


рис. 16

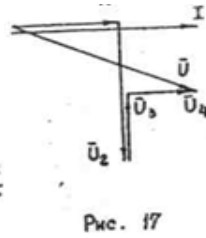


рис. 17

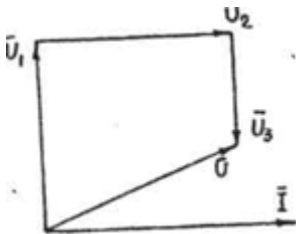


рис. 18

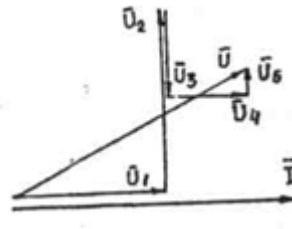


рис. 19

Таблица 7

Параметры цепи	Номера задач									
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
$U, В$	220	100	120	150	380	127	150	270	220	300
$R, Ом$	20	10	12	25	38	12	15	30	20	35
$L, мГн$	30	20	25	40	50	20	30	45	50	60
$C, мкФ$	220	25	75	20	10	140	20	10	50	25
$f, Гц$	50	400	100	200	1000	50	400	1000	200	100

Таблица 8.

Параметры цепи	Номера задач									
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
$R, Ом$	5	2	3	3	4	2	4	5	1	6

$U_{ном}, В$	380	127	220	220	380	127	220	220	127	220
$I_{ф}, А$	10	8	10	9	9	10	8	10	12	8

Задачи 71...80. Каждая фаза трехфазного симметричного потребителя рассчитана на фазное напряжение U_{ϕ} и имеет активное R и индуктивное X_L сопротивления. Номинальное напряжение сети $U_{ном}$. Выбрать схему соединения потребителя в зависимости от номинального напряжения сети и фазного напряжения потребителя. Начертить схему. Вычислить линейный ток и определить активную, реактивную и полную мощности. Данные для расчета приведены в таблице 9.

Таблица 9

Исходные данные	Номера задач									
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
$U_{\phi}, В$	220	220	380	380	127	220	127	220	380	127
$R, Ом$	8,5	18	17	5,4	22,5	4,25	13,5	10,2	7,2	34
$X_L, Ом$	5,25	8,7	10,5	2,6	10,9	2,6	6,55	6,3	3,5	21
$U_{ном}, В$	380	380	380	660	220	220	127	220	660	220

Задачи 81...90. Трехфазную четырехпроводную сеть с линейным напряжением $U_{ном}$, включили звездой разные по характеру сопротивления. (см. рис. 46-55)

Определить фазные токи и начертить в масштабе векторную диаграмму. По векторной диаграмме определить числовое значение тока в нулевом проводе.

Таблица 10

Номер задачи	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Номер рисунка	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
$U_{ном} (В)$	380	220	660	380	220	660	380	220	660	380

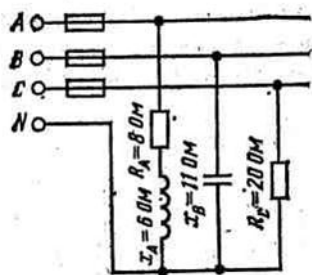


рис. 46

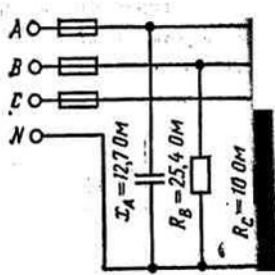


рис. 47

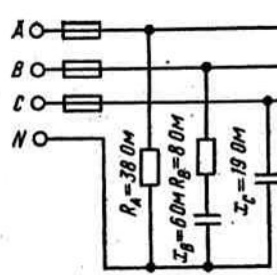


рис. 48

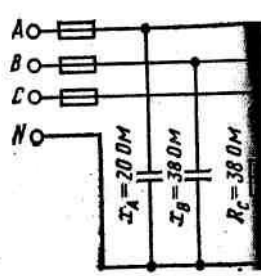
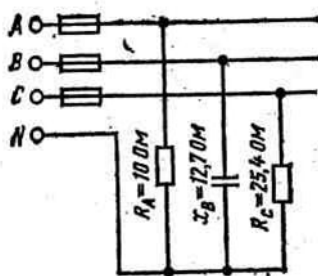
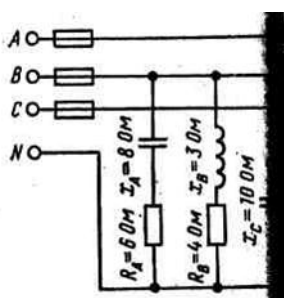


рис. 49

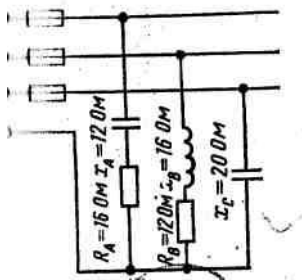


рис. 52

рис. 50

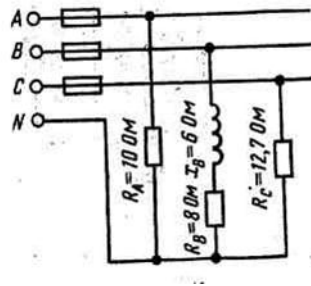


рис. 53

рис 51

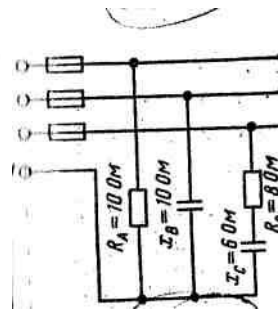


рис. 54

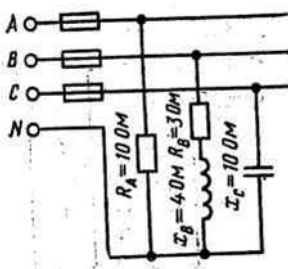


рис. 55

Задачи 91...120. Рабочая машина (агрегат, установка, рабочий механизм) приводится в движение с помощью передаточного устройства трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Двигатель питается от сети с линейным напряжением $U_{ном} = 380 В$ при частоте $f_1 = 50 Гц$.

По заданным в таблице 11 потребляемой мощности на валу рабочей машины и виду передаточного устройства определить расчетную мощность электродвигателя. По таблице 13 выбрать электродвигатель, расшифровать его условное обозначение и определить: 1) номинальный ток в фазе обмотки статора; 2) номинальное и критическое скольжение; 3) номинальный, максимальный и пусковой моменты двигателя.

Указания:

1. Расчетная мощность, кВт, электродвигателя

$$P_{расч} = P_m / \eta_n$$

где:

P_m – потребляемая мощность на валу рабочей машины, кВт;

η_n – КПД передачи.

2. КПД передачи взять из таблицы 12 в соответствии с заданным в таблице 11 номером передачи.

3. По значению расчетной мощности выбрать из таблицы 13 ближайший по мощности (но не менее расчетной) электродвигатель.

Таблица 11

Номер задачи	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Номер передачи	1	3	8	4	9	5	2	10	6	7
P_m , кВт	0,5	2,5	1,3	8,5	6	10	1,1	4	12	0,8

Номер задачи	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
Номер передачи	6	8	5	2	9	3	10	7	1	4
P_m , кВт	35	5,2	15	2	2,3	3,6	1,5	1	0,3	3

Номер задачи	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Номер передачи	10	2	1	4	8	3	5	9	6	7
P_m , кВт	8	1,7	0,8	10	55	7	16	7,5	13	2,8

Таблица 12

Номер передачи	Вид передачи	КПД
1	Плоскоремённая	0,95...0,96
2	Клиноремённая	0,96
3	Зубчато – ремённая	0,97...0,98
4	Цепная	0,96...0,97
	Зубчатая:	
5	цилиндрическая	0,9...0,93
6	коническая	0,88...0,92
	Зубчато - червячная	
7	самотормозящая	0,4...0,45
8	с однозаходным червяком	0,72...0,77
9	с двухзаходным	0,8...0,84
10	с трехзаходным	0,85...0,89

Технические данные некоторых асинхронных электродвигателей трехфазного тока с короткозамкнутым ротором серии 4А

Таблица 13

Тип двигателя	$P_{ном}$, кВт	n_2 , об/мин	$\eta_{ном}$	$\cos\alpha_{ном}$	$K_i = I_n/I_{ном}$	$K_n = M_n/M_{ном}$	$K_M = M_{max}/M_{ном}$
1	2	3	4	5	6	7	8
4А632У3	0,37	2750	0,70	0,86	4,5	2,0	2,2
4А71В2У3	1,1	2810	0,775	0,87	5,5	2,0	2,2

4A80B2Y3	2,2	2850	0,83	0,87	6,5	2,1	2,6
4A90L2Y3	3,0	2840	0,845	0,87	6,5	2,1	2,5
4A100L2Y3	5,5	2880	0,875	0,91	7,5	2,0	2,5
4A112M2Y3	7,5	2900	0,875	0,88	7,5	2,0	2,8
4A132M2Y3	11,0	2900	0,88	0,90	7,5	1,7	2,8
4A250M2Y3	90,0	2960	0,92	0,90	7,5	1,2	2,5
4A80B4Y3	1,5	1415	0,77	0,83	5,0	2,0	2,2
4A112M4Y3	5,5	1445	0,855	0,85	7,0	2,0	2,2
4A160S4Y3	15,0	1465	0,885	0,88	7,0	1,4	2,3
4A100L6Y3	2,2	950	0,81	0,73	5,0	2,0	2,2
4A132M6Y3	11,0	870	0,855	0,81	6,5	2,0	2,5
4A160S6Y3	7,5	975	0,875	0,86	6,0	1,2	2,0
4A160M6Y3	15,0	970	0,86	0,87	6,0	1,2	2,0
4A180M6Y3	18,0	975	0,88	0,87	5,0	1,2	2,0
4A280M6Y3	90,0	985	0,92	0,89	5,5	1,4	2,2
4A90L2CY1	3,0	2840	0,845	0,86	6,5	2,0	2,2
4A100L2CY1	5,5	2880	0,875	0,91	7,5	2,0	2,2
4A132M2CY1	11,0	2900	0,88	0,90	7,5	1,6	2,2
4A80B4CY1	1,5	1400	0,77	0,85	5,0	2,0	2,2
4A90L4CY1	2,2	1420	0,80	0,85	6,0	2,0	2,2
4A100L4CY1	4,0	1420	0,84	0,85	6,5	2,0	2,5
4A132S4CY1	7,5	1450	0,875	0,86	7,5	2,0	2,2
4A132M4CY1	11,0	1450	0,875	0,87	7,5	2,0	2,2
4AP160S4CY	15,0	1465	0,875	0,87	7,5	2,0	2,2
4A100L60CY1	2,2	920	0,81	0,73	5,5	2,0	2,2
4A112MA6CY	3,0	950	0,81	0,76	6,0	2,0	2,2
4A132M6CY1	7,5	960	0,855	0,81	7,0	2,0	2,2
4AP160S6CY	11,0	975	0,855	0,83	7,0	2,0	2,2
4AP160M6CY	15,0	975	0,875	0,83	7,0	2,0	2,2
4AP180M6CY	18,5	970	0,87	0,80	6,5	2,0	2,2

Методические указания к выполнению контрольной работы 2

Контрольная работа 2 содержит два теоретических вопроса и две задачи: на расчет выпрямителей и на определение параметров транзисторов по их характеристикам.

Указания к ответам на теоретические вопросы

Для правильного и качественного ответа следует изучить соответствующий материал из рекомендованной литературы. Ответ на вопрос должен быть конкретным с пояснением физической сущности явления или работы того или иного устройства. Ответ необходимо сопровождать схемами, чертежами и графиками, поясняющими описываемые физические явления или работу устройств или приборов.

Методические указания к решению задач 31...80

Данные задачи относятся к расчету выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Теоретический материал по этому вопросу изложен в главе 16 учебника Л 2 и в главе 11 учебника Л 4.

Рассчитывая выпрямитель, следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток $I_{доп}$, на который рассчитан диод, и величина обратного напряжения $U_{обр}$, которую выдерживает диод в непроводящий период. Выбор диодов для выпрямителей осуществляется по величине тока I_d , протекающего через диод, и максимальному напряжению U_d ,

которое оказывается приложенным к диоду в непроводящий период. При этом для исключения повреждений диодов должны быть выполнены следующие условия: $I_{\text{доп}} \geq I_{\text{д}}$ и $U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}}$.

Обычно исходными данными для расчета выпрямителя являются мощность потребителя $P_{\text{н}}$ и величина выпрямленного напряжения $U_{\text{н}}$, при котором работает потребитель энергии. Поэтому ток потребителя:

$$I_{\text{н}} = P_{\text{н}}/U_{\text{н}}$$

Вычисленное значение тока берется за основу при подборе диода по току. Учитывается, что для однополупериодного выпрямителя ток через диод равен току потребителя $I_{\text{д}} = I_{\text{н}}$, для двухполупериодной и мостовой схем выпрямления ток через диод равен половине тока потребителя $I_{\text{д}} = 0,5 \cdot I_{\text{н}}$, для трехфазного выпрямителя – третьей части тока потребителя $I_{\text{д}} = I_{\text{н}}/3$.

Напряжение, действующее на диод в непроводящий период, также зависит от схемы выпрямителя. Для одно – и двухполупериодного выпрямителей $U_{\text{д}} = 3,14 \cdot U_{\text{н}}$, для мостового выпрямителя $U_{\text{д}} = 1,57 \cdot U_{\text{н}}$, для трехфазного выпрямителя $U_{\text{д}} = 2,1 \cdot U_{\text{н}}$ и трехфазного мостового выпрямителя $U_{\text{д}} = 1,05 \cdot U_{\text{н}}$. Приведенные соотношения следует использовать при подборе диодов для выпрямителей по напряжению.

В результате расчета может оказаться, что ток через диод превышает допустимое значение тока $I_{\text{доп}}$ для заданного типа диода. В этом случае используется параллельное включение диодов в таком числе n чтобы $n \cdot I_{\text{доп}} \geq I_{\text{д}}$.

Если в непроводящий период напряжение $U_{\text{д}}$ на диоде превышает допустимое обратное напряжение $U_{\text{обр}}$, то применяется последовательное включение диодов. При этом число диодов n должно быть таким, чтобы $n \cdot U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}}$.

Рассмотрим примеры на составление схем выпрямителей.

Пример 1. Составить схему мостового выпрямителя использованная один из четырех диодов: Д218, Д222, КД202Н, Д215Б. Мощность потребителя $P_{\text{н}} = 300\text{Вт}$, напряжение потребителя $U_{\text{н}} = 200\text{В}$.

Решение:

1. Выписываем из таблицы 20 параметры указанных диодов.

Тип диода	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$
Д218	0,1	1000
Д222	0,4	600
КД202Н	1	500
Д215Б	2	200

2. Определяем ток потребителя:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{U_{\text{н}}} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{ А}$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период для мостовой схемы выпрямления:

$$U_{\text{д}} = 1,57U_{\text{н}} = 1,57 \cdot 200 = 314 \text{ В}$$

4. Определяем ток, протекающий через каждый диод:

$$I_{\text{д}} = 0,5I_{\text{н}} = 0,5 \cdot 1,5 = 0,75 \text{ А}$$

5. Выбираем диод из условий

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{д}} = 0,75 \text{ A};$$

$$U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}} = 314 \text{ В}$$

Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н:

$$I_{\text{доп}} = 1,0 \text{ A} > 0,75 \text{ A};$$

$$U_{\text{обр}} = 500 \text{ В} > 314 \text{ В}$$

Диоды Д218, Д222 удовлетворяют условию по напряжению, так как 1000 и 600 больше 314В, но не подходят по допустимому току, так как 0,1 и 0,4 меньше 0,75А. Диод Д215Б, наоборот, подходит по допустимому току, так как $2 > 0,75 \text{ A}$, но не подходит по обратному напряжению, так как $200 < 314 \text{ В}$.

6. Составляем схему мостового выпрямителя (рис. 20). В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода КД202Н: $I_{\text{доп}} = 1 \text{ A}$; $U_{\text{обр}} = 500 \text{ В}$.

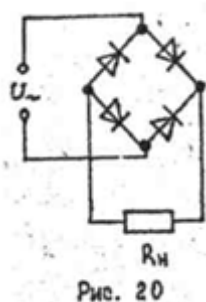


Рис. 20

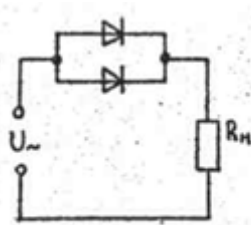


рис. 21

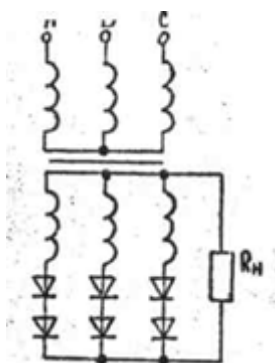


рис. 22

Пример 2. Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_{\text{н}} = 300 \text{ Вт}$ при напряжении $U_{\text{н}} = 20 \text{ В}$ необходимо собрать схему однополупериодного выпрямителя, используя имеющиеся стандартные диоды Д242А.

Решение:

1. Выписываем из таблицы 20 параметры диода: $I_{\text{доп}} = 10 \text{ A}$, $U_{\text{обр}} = 100 \text{ В}$.

2. Определяем ток потребителя:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{U_{\text{н}}} = \frac{300}{20} = 15 \text{ A}$$

Ток через диод в однополупериодном выпрямителе равен току потребителя

$$I_{\text{д}} = I_{\text{н}} = 15 \text{ A}$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период:

$$U_{\text{д}} = 3,14 \cdot U_{\text{н}} = 3,14 \cdot 20 = 63 \text{ В}$$

4. Проверяем соответствие параметров диода условиям $U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}}$ $I_{\text{доп}} \geq I_{\text{д}}$. В данном случае второе условие не соблюдается, так как $10 < 15 \text{ A}$, т.е. $I_{\text{доп}} < I_{\text{д}}$. Первое условие выполняется, так как $100 > 63 \text{ В}$, т.е. $U_{\text{обр}} > U_{\text{д}}$.

5. Составляем схему выпрямителя. Чтобы выполнялось условие по току, надо два диода соединить параллельно, тогда

$$I'_{\text{доп}} = n I_{\text{доп}} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ A};$$

$$20 > 15 \text{ A}$$

Полная схема выпрямителя приведена на рисунке 21.

Пример 3. Для составления схемы трехфазного выпрямителя используются диоды Д243. Выпрямитель должен питать потребитель с напряжением $U_n = 150\text{В}$. Определить допустимую мощность потребителя и пояснить порядок составления схемы выпрямителя.

Решение:

1. Выписываем из таблицы 20 параметры диода Д243 $I_{\text{доп}} = 5\text{А}$, $U_{\text{обр}} = 200\text{В}$.

2. Определяем допустимую мощность потребителя. Для трехфазного выпрямителя ток через каждый диод составляет третью часть от тока нагрузки, следовательно, в данном случае ток нагрузки может достигать величины.

$$I_n = 3I_{\text{доп}} = 3 \cdot 5 = 15\text{А}$$

Отсюда следует, что допустимая мощность потребителя

$$P_n = U_n \cdot I_n = 150 \cdot 15 = 2250\text{ Вт}$$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период:

$$U_d = 2,1 \cdot U_n = 2,1 \cdot 150 = 315\text{ В}$$

4. Составляем схему выпрямителя. Проверяем диод по условию $U_{\text{обр}} \geq U_d$. В данном случае это условие не выполняется, так как $200 < 315\text{В}$. Чтобы условие выполнялось, необходимо в каждой фазе соединить последовательно два диода, тогда

$$U'_{\text{обр}} = U_{\text{обр}} \cdot 2 = 200 \cdot 2 = 400\text{ В}; \quad 400 > 315\text{ В}$$

Полная схема выпрямителя представлена на рисунке 22

Методические указания к решению задач 81...110

Эти задачи относятся к расчету параметров и характеристик транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером (рис. 23). Эта схема получила наиболее широкое распространение, так как обеспечивает наибольшее усиление по мощности. В схеме рис. 23 изменения тока базы I_b вызывают не только изменения тока в цепи коллектора I_k , но и изменения напряжения на коллекторе $U_{кэ}$. Для коллекторной цепи в соответствии со вторым законом Кирхгофа можно записать.

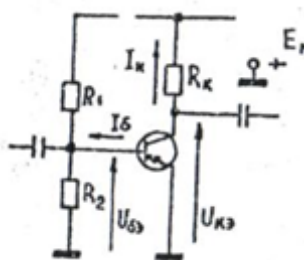


рис. 23

$$E_k = U_{кэ} + I_k \cdot R_k$$

То есть, сумма напряжений на резисторе R_k и коллекторного напряжения $U_{кэ}$ всегда равна E_k – ЭДС источника питания.

Расчет цепи, т.е. определение I_K и $U_{KЭ}$ для различных значений токов базы I_B и сопротивление резистора R_K можно произвести графически. Для этого на семействе выходных характеристик (рис. 24) необходимо провести вольт – амперную характеристику резистора R_K , удовлетворяющую уравнению.

$$U_{KЭ} = E_K - I_K \cdot R_K$$

Эту характеристику удобно строить по двум точкам:

При $I_K = 0$, $U_{KЭ} = E_K$ и при $U_{KЭ} = 0$, $I_K = E_K/R_K$. Отложив на соответствующих осях напряжение, равное E_K , и ток, равный E_K/R_K , через полученные точки проводят прямую КМ, называемую нагрузочной линией или линией нагрузки.

Точку пересечения линии нагрузки со статической характеристикой при заданном токе базы называют рабочей точкой. Её начальное положение на линии нагрузки (при отсутствии переменного сигнала) носит название точки покоя Р.

Коэффициент усиления по току β в схеме включения транзистора с общим эмиттером определяется как отношение тока коллектора ΔI_K , к приращению тока базы ΔI_B $\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B}$, где $\Delta I_K = I_{K1} - I_{K2}$ $\Delta I_B = I_{B1} - I_{B2}$.

В современных транзисторах $\beta = 20 \div 200$.

Ток коллектора и мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора, определяется по формулам:

$$I_K = \beta I_B; \quad P_K = U_{KЭ} \cdot I_K$$

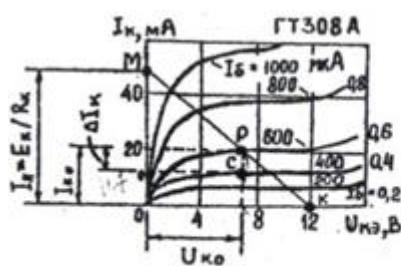


Рис. 24

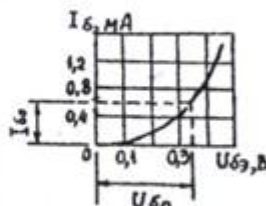


Рис. 25

Пример 1. Для транзистора ГТ308А, включенного по схеме с общим эмиттером, определить коэффициент усиления β по выходным (рис. 24) и входной (рис. 25) характеристикам, если $U_{БЭ} = 0,35$ В; $E_K = 12$ В и $U_{KЭ} = 7$ В. Подсчитать также сопротивление в цепи коллектора R_K и мощность P_K на коллекторе.

Решение:

1. По входной характеристике определяем при $U_{БЭ} = 0,35$ В ток базы: $I_B = 0,6$ мА = 600мкА
2. По выходным характеристикам для $U_{KЭ} = 7$ В и $I_B = 600$ мкА определяем ток коллектора: $I_K = 20$ мА
3. Через точку Р и точку К ($U_{KЭ} = E_K = 12$ В; $I_K = 0$) на оси абсцисс проводим линию нагрузки до пересечения с осью ординат и находим величину сопротивления резистора в цепи коллектора. В точке М: $I_K = \frac{E_K}{R_K} = 50$ мА, откуда $R_K = \frac{E_K}{I_K} = \frac{12}{50} \cdot 10^{-3} = 240$ Ом
4. На выходных характеристиках строим отрезок РС, опустив перпендикуляр до пересечения с соседней характеристикой для $I_B = 0,4$ мА, из которой находим:

$$\Delta I_K = PC = I_{K1} - I_{K2} = 20 - 11,7 = 8,3 \text{ мА}$$

$$\Delta I_B = PC = I_{B1} - I_{B2} = 600 - 400 = 200 \text{ мкА} = 0,2 \text{ мА}$$

5. Определяем коэффициент усиления:

$$\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{8,3}{0,2} = 41,5$$

6. Определяем мощность на коллекторе:

$$P_K = U_{KЭ} \cdot I_K = 7 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 140 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 0,14 \text{ кВт}$$

Пример 2. Для транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, найти ток базы I_B , ток коллектора I_K и напряжение на коллекторе $U_{KЭ}$, если напряжение $U_{бэ} = 0,3 \text{ В}$; напряжение питания $E_K = 20 \text{ В}$; сопротивление в цепи коллектора $R_K = 0,8 \text{ кОм}$. Входная и выходные характеристики транзистора приведены на рис. 26 и 27.

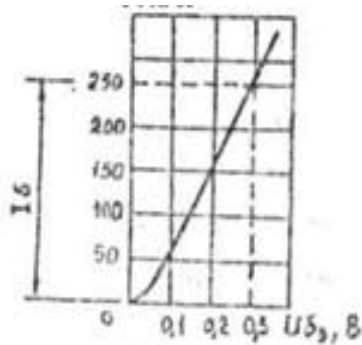


Рис. 26

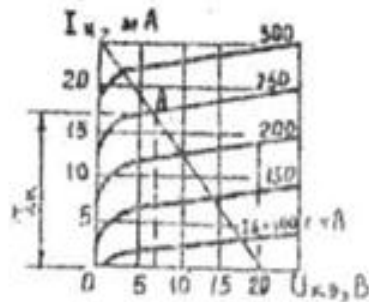


Рис. 27

Решение:

1. Откладываем на оси абсцисс точку $U_{KЭ} = E_K = 20 \text{ В}$, а на оси ординат – точку, соответствующую $I_K = E_K/R_K = 20/0,8 \cdot 10^3 = 0,025 \text{ А} = 25 \text{ мА}$
2. Соединяем эти точки прямой и получаем линию нагрузки.
3. Находим на входной характеристике для $U_{бэ} = 0,3 \text{ В}$ ток базы $I_B = 250 \text{ мкА}$.
4. Находим на выходных характеристиках точку А при пересечении линии нагрузки с характеристикой, соответствующей $I_B = 250 \text{ мкА}$.
5. Определяем для точки А ток коллектора $I_K = 17 \text{ мА}$ и напряжение $U_{KЭ} = 7 \text{ В}$.

Пример 3. Мощность на коллекторе транзистора $P_K = 6 \text{ Вт}$, напряжение на коллекторе $U_{KЭ} = 30 \text{ В}$, напряжение питания $E_K = 40 \text{ В}$. Используя входную (рис. 28) и выходные (рис. 29) характеристики, определить ток базы I_B , напряжение смещения на базе $U_{бэ}$, ток коллектора I_K , коэффициент усиления β и сопротивление нагрузки R_K .

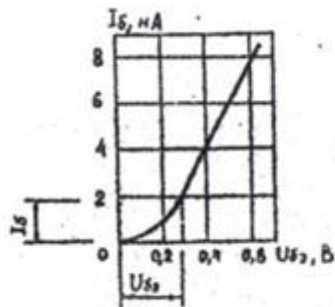


Рис. 28

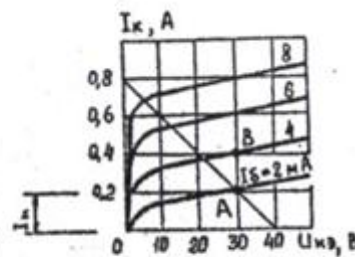


Рис. 29

Решение:

1. Определяем ток коллектора I_k

$$I_k = \frac{P_k}{U_{кэ}} = \frac{6}{30} = 0,2A$$

2. Находим на выходных характеристиках точку А, соответствующую току $I_k = 0,2 A$ и $U_{кэ} = 30 B$. Из рис. 30 видно, что точка А лежит на характеристике для $I_б = 2mA$.

3. Соединяем прямой точку А и точку на оси абсцисс, соответствующую $E_k = 40 B$. На пересечении прямой с осью ординат получим точку $I_{к1} = 0,8A$.

4. Определяем сопротивление нагрузки

$$R_k = E_k / I_{к1} = 40 / 0,8 = 50 \text{ Ом}$$

5. На выходных характеристиках строим отрезок АВ, из которого находим:

$$\Delta I_k = I_{к1} - I_{к2} = 0,4 - 0,2 = 0,2A = 200 \text{ мА}$$

$$\Delta I_б = I_{б1} - I_{б2} = 4 - 2 = 2 \text{ мА}$$

6. Определяем коэффициент усиления транзистора:

$$\beta = \frac{\Delta I_k}{\Delta I_б} = \frac{200}{2} = 100$$

7. Находим по входной характеристике напряжение смещения на базе для $I_б = 2 \text{ мА}$:

$$U_{бэ} = 0,28 B$$

Контрольная работа 2

Задачи 1...30. Ответить по своему варианту (см. табл. 1) на вопросы из таблицы 14

Таблица 14

Номер вопроса	Вопрос
1	Описать строение полупроводников, привести их электрические свойства, пояснить физический смысл прохождения электрического тока в полупроводниках.
2	Объяснить смысл электронной и дырочной электропроводности полупроводников. Описать влияние примесей на их проводимость.
3	Привести структурную схему электронно – дырочного перехода и объяснить физические процессы, протекающие в нем при прямом и обратном включении.
4	Описать устройство полупроводниковых диодов и принцип выпрямления ими переменных токов. Привести условное графическое обозначение диодов на электрических схемах.
5	Начертить вольт – амперную характеристику полупроводникового диода и описать все участки этой характеристики. Привести примеры маркировки полупроводниковых диодов.
6	Описать особенности работы, вольт – амперную характеристику и области применения полупроводниковых стабилизаторов. Привести условное графическое обозначение и примеры маркировки стабилитронов.
7	Объяснить устройство, принцип работы и области применения биполярных транзисторов.
8	Изобразить входные и выходные вольт – амперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Объясните, как по характеристикам определить его основные параметры.
9	Описать устройство полевых транзисторов, принцип их работы и области применения. Привести условные графические обозначения и примеры маркировки полевых транзисторов.
10	Начертить схему усилителя на транзисторе с общим эмиттером и объяснить назначение каждого элемента схемы.
11	Опишите, как происходит управление током в полевом МОП транзисторе.

12	Что такое интегральная микросхема? Каково устройство гибридных и полупроводниковых интегральных микросхем? Каково их применение в электронных приборах?
13	Приведите и объясните варианты обратных связей в усилителях.
14	Перечислите классы усилителей с указанием особенностей их работы.
15	Перечислите генераторы синусоидальных колебаний с указанием назначения, устройства и принципа работы
16	Нарисуйте схему блокинг-генератора. Какой формы колебания он может генерировать?
17	Объяснить устройство, принцип работы и вольт – амперные характеристики тиристора. Привести условное обозначение тиристорov, примеры маркировки и область применения.
18	Описать устройство, принцип действия и области применения электронно – лучевых трубок с электростатическим отклонением луча.
19	Описать устройство, принцип работы и области применения фоторезисторов.
20	Привести условное обозначение фотодиодов и описать их устройство, принцип работы и области применения.
21	Начертить условное обозначение фототранзистора, описать устройство, принцип работы и области применения.
22	Объяснить устройство и принцип работы светодиодов. Начертить условное обозначение и указать области применения фотодиодов.
23	Объяснить устройство оптрона и принцип его работы. Начертить условное обозначение оптрона, указать область применения.
24	Привести классификацию и объяснить назначение выпрямителей переменного тока. Рассказать о составных частях выпрямителя.
25	Опишите основные требования, предъявляемые к сглаживающим фильтрам. Приведите простейшие схемы, которые можно использовать в качестве сглаживающих фильтров, и поясните как они работают.
26	Для чего служит стабилизатор напряжения? Каковы два основных типа стабилизаторов напряжения? Поясните принцип их работы.
27	Начертить схему симметричного мультивибратора на транзисторах. Объяснить принцип его работы и влияние элементов схемы на длительность и форму импульсов на выходе генератора.
28	Начертить структурную схему электронного осциллографа, объяснить его назначение, принцип работы. Каково его назначение.
29	Объяснить принцип действия и привести основные параметры электронных реле.
30	Объяснить назначение и устройство схемы температурной стабилизации при работе транзисторов в усилительном режиме.

Задачи 31...40. Составить схему трехфазного мостового выпрямителя, используя заданный тип диодов. Мощность потребителя P_n с напряжением питания U_n . Пояснить порядок составления схемы. Данные для задачи своего варианта взять из таблицы 15. Параметры диодов приведены в таблице 20.

Задачи 41...50. Составить схему двухполупериодного выпрямителя, используя заданный тип диодов. Определить допустимую мощность потребителя, если значение выпрямленного напряжения U_n . Данные для задачи своего варианта взять из таблицы 16. Параметры диодов приведены в таблице 20.

Таблица 15

Номер задачи	Тип диодов	P_n , Вт	U_n , В
31	Д210	60	300
32	Д303	300	100
33	Д214Б	400	40
34	Д242	800	80
35	Д244	500	50
36	Д205	300	300
37	Д224А	600	40
38	Д222	400	200
39	Д218	200	400
40	Д243Б	600	150

Таблица 16

Номер задач	Тип диода	U_n , В
41	Д218	300
42	Д7Г	80
43	Д244	20
44	Д226	200
45	Д222	160
46	Д233Б	150
47	Д214Б	50
48	Д244А	30
49	Д205	100
50	Д215	120

Задачи 51...60. Трехфазный выпрямитель, собранный на трех диодах, должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя P_n при напряжении U_n . Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трех типов полупроводниковых диодов, заданных в таблице 17. Пояснить, на основании чего сделан выбор и начертить схему выпрямителя. Параметры диодов взять из таблицы 20.

Задачи 61...70. Составить схему однополупериодного выпрямителя, используя диоды, заданные в таблице 18, где также приведены мощность потребителя с напряжением питания (P_n и U_n). Параметры диодов приведены в таблице 20. Пояснить порядок составления схемы.

Таблица 17

Номер задачи	Тип диода	P_n , Вт	U_n , В
51	Д224	90	30
	Д207		
	Д214Б		
52	Д215А	100	400
	Д234Б		
	Д218		
53	Д244А	60	80
	Д7Г		
	Д210		
54	Д232	900	150
	КД202Н		
	Д222		

55	Д304	200	40
	Д244		
	Д226		
56	Д305	100	40
	Д302		
	Д222		
57	Д243А	600	200
	Д233Б		
	Д217		
58	КД202А	150	150
	Д215Б		
	Д205		
59	Д231Б	400	80
	Д242А		
	Д221		
60	Д242	500	20
	Д226А		
	Д224А		

Таблица 18

Номер задачи	Тип диода	P_n , Вт	U_n , В
61	Д217	40	250
62	Д215Б	150	50
63	Д304	100	50
64	Д232Б	200	200
65	Д205	60	100
66	Д233	300	200
67	Д209	20	100
68	Д244А	200	30
69	Д226	30	150
70	КД202А	40	10

Задачи 71...80. Мостовой выпрямитель должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя P_n при напряжении U_n . Следует выбрать для схемы выпрямителя один из трех типов полупроводниковых диодов, заданных в таблице 19 и пояснить, на основании чего сделан выбор. Начертить схему выпрямителя. Значения мощности потребителя приведены в таблице 19, а параметры диодов – в таблице 20.

Таблица 19

Номер задачи	Тип диода	P_n , Вт	U_n , В
71	Д218	150	300
	Д222		
	Д232Б		
72	Д221	100	40
	Д214Б		
	Д244		

73	Д7Г	50	100
	Д209		
	Д304		
74	Д242Б	120	20
	Д224		
	Д226		
75	Д215	700	50
	Д242А		
	Д210		
76	Д214	300	40
	Д215Б		
	Д224А		
77	Д205	100	150
	Д217		
	Д302		
78	Д243А	40	250
	Д211		
	Д226А		
79	Д214А	500	100
	Д243		
	КД202Н		
80	Д303	150	20
	Д243Б		
	Д224		

Технические данные полупроводниковых диодов

Таблица 20

Тип диода	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$	Тип диода	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$U_{\text{обр}}, \text{В}$
Д7Г	0,3	200	Д231	10	300
Д205	0,4	400	Д231Б	5	300
Д207	0,1	200	Д232	10	400
Д209	0,1	400	Д232Б	5	400
Д210	0,1	500	Д233	10	500
Д211	0,1	600	Д233Б	5	500
Д214	5	100	Д234Б	5	600
Д214А	10	100	Д242	5	100
Д214Б	2	100	Д242А	10	100
Д215	5	200	Д242Б	2	100
Д215А	10	200	Д243	5	200
Д215Б	2	200	Д243А	10	200
Д217	0,1	800	Д243Б	2	200
Д218	0,1	1000	Д244	5	50
Д221	0,4	400	Д244А	10	50
Д222	0,4	600	Д244Б	2	50
Д224	5	50	Д302	1	200
Д224А	10	50	Д303	3	150
Д226	0,3	400	Д305	6	50
Д224Б	2	50	Д304	3	100
Д226А	0,3	300	КД202А	3	50
			КД202Н	1	500

Задачи 81...90. Для транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, заданы напряжение на базе $U_{бэ}$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$ и напряжение источника питания $E_{к}$. Определить, используя входную и выходные характеристики, ток коллектора $I_{к}$, коэффициент усиления β , сопротивление нагрузки $R_{к}$ и мощность на коллекторе $P_{к}$. Данные для своей задачи взять из таблицы 21.

Таблица 21

Номер задачи	Номер рисунка	$U_{бэ}, В$	$U_{кэ}, В$	$E_{к}, В$
81	30,31	0,4	20	40
82	32,33	0,2	15	40
83	34,35	0,2	20	40
84	36,37	0,25	10	40
85	38,39	0,2	15	40
86	40,41	0,25	10	20
87	42,43	0,3	5	20
88	44,45	0,3	20	40
89	46,47	0,3	15	40
90	48,49	0,25	10	20

Задачи 91...100. Ток коллектора, включенного по схеме с общим эмиттером, равен $I_{к}$. Используя входную и выходные характеристики, определить коэффициент усиления β , сопротивление нагрузки $R_{к}$ и мощность на коллекторе $P_{к}$, если дано напряжение на базе $U_{бэ}$ и напряжение источника питания $E_{к}$. Данные для своей задачи взять из таблицы 22.

Таблица 22

Номер задачи	Номер рисунка	$I_{к}, А$	$U_{бэ}, В$	$E_{к}, В$
91	30,31	0,2	0,3	40
92	32,33	0,3	0,2	40
93	34,35	0,2	0,15	40
94	36,37	0,8	0,2	40
95	38,39	25	0,15	40
96	40,41	1,0	0,25	20
97	42,43	70	0,3	20
98	44,45	2,5	0,3	40
99	46,47	20	0,3	40
100	48,49	12	0,25	20

Задачи 101...110. По входным и выходным характеристикам транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, определить напряжение смещения на базе, коэффициент усиления β и мощность на коллекторе $P_{к}$ при напряжении на коллекторе $U_{кэ}$ и токе базы $I_{б}$. Какое при этом надо выбрать сопротивление нагрузки $R_{к}$, если напряжение источника питания $E_{к}$? Данные для своей задачи взять из таблицы 23.

Таблица 23

Номер задачи	Номер рисунка	$U_{кэ}, В$	$I_{б}$	$E_{к}$
101	30,31	15	4	40
102	32,33	25	2	40
103	34,35	15	6	40
104	36,37	30	10	40
105	38,39	15	0,6	40
106	40,41	7,5	20	20
107	42,43	5	1,5	20
108	44,45	10	90	40
109	46,47	20	300	40
110	48,49	5	200	20

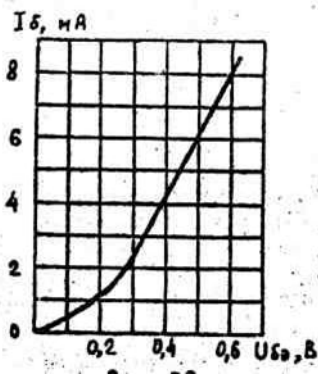


рис. 30

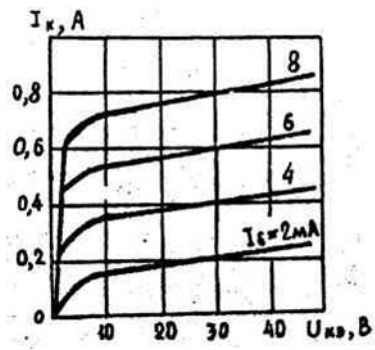


рис. 31

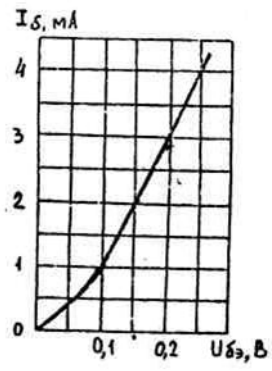


рис. 32

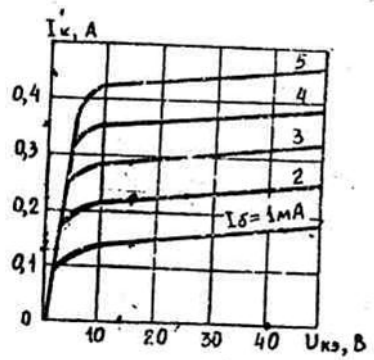


рис. 33

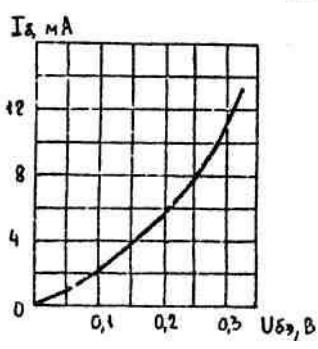


рис. 34

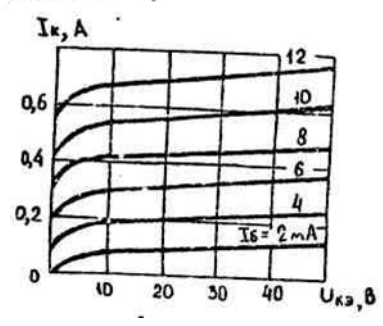


рис. 35

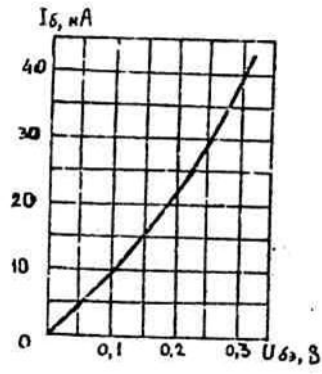


рис. 36

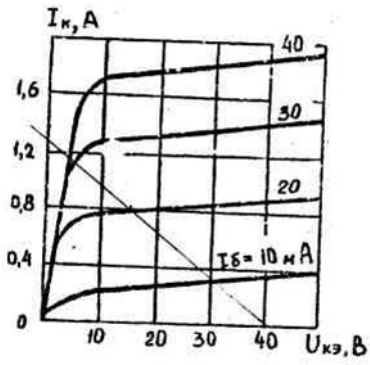


рис. 37

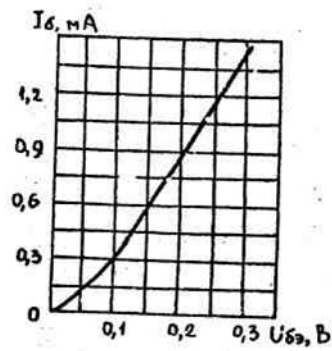


рис. 38

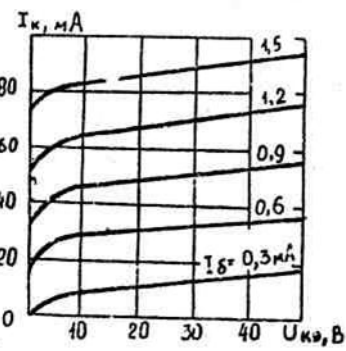


рис. 39

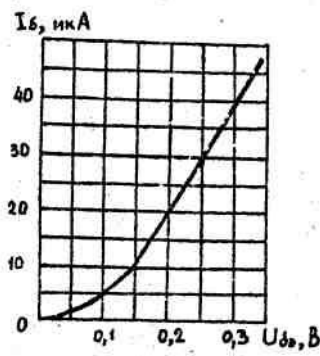


рис. 40

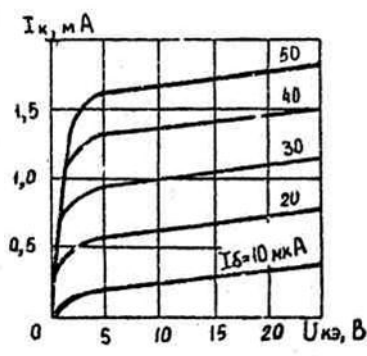


рис. 41

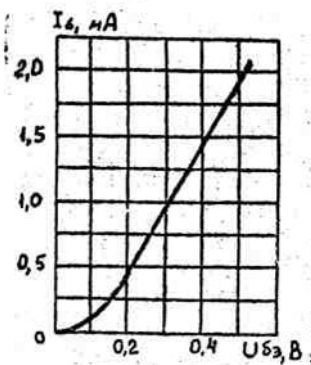


рис. 42

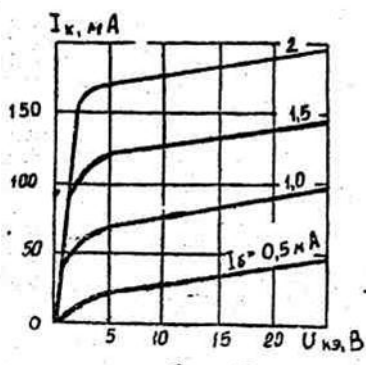


рис. 43

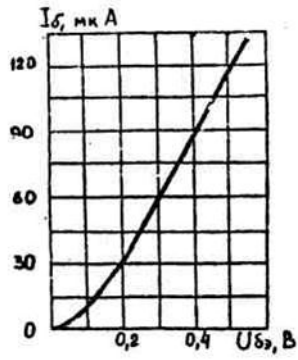


рис. 44

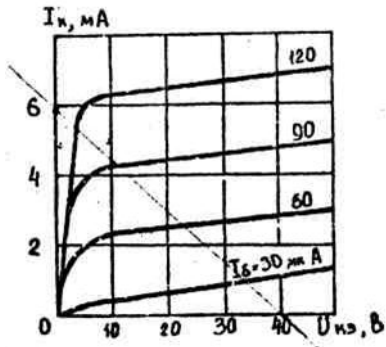


рис. 45

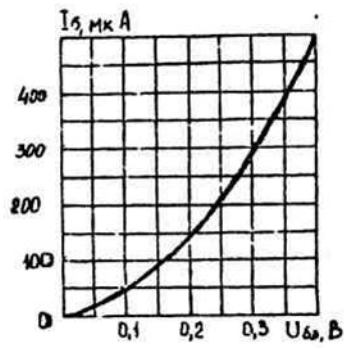


рис. 46

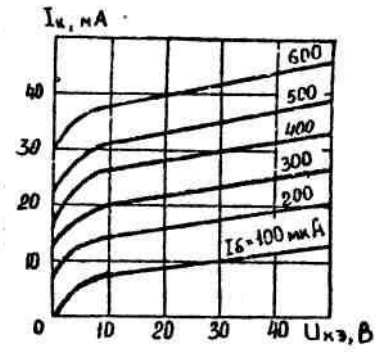


рис.47

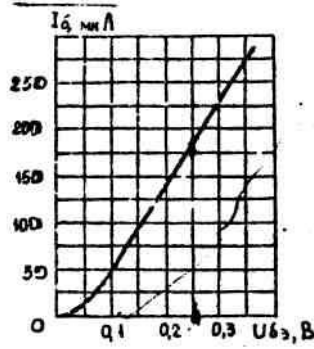


рис. 48

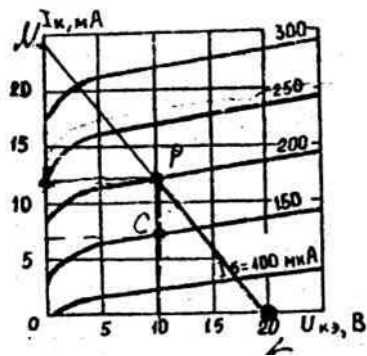


рис. 49

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие методические указания у выполнению контрольных работ	
2	Методические указания к выполнению контрольной работы 1.	
3	Методические указания к выполнению контрольной работы 2.	