

Учреждение образования «Жировичский государственный
аграрно-технический колледж»

УТВЕРЖДЕНО

Заместитель директора
по учебной работе

_____ А.А.Шухно

« _____ » _____ 2023 г.



«Электротехника с основами электроники»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению предмета и выполнения контрольных заданий для учащихся
заочной формы обучения учреждений, обеспечивающих получение среднего
специального образования по специальности: 5-04-0812-01 «Техническое
обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники»

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии
преподавателей электротехнических предметов
Протокол № 5 от 12 декабря 2023г.

Председатель _____ М.А.Борисик

Составила преподаватель:

Т.А.Винглевская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Развитие сельского хозяйства немыслимо без интенсификации и индустриализации производства на основе достижений науки, техники и передового опыта.

Последние достижения электротехники как науки позволили создать разнообразные устройства с электронными, полупроводниковыми и электромагнитными элементами, обладающими высокими эксплуатационными свойствами. Это означает, что сельское хозяйство в ближайшие годы начнет оснащаться все более совершенным электротехническим и электронным технологическим оборудованием. Его эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт потребуют наличия на производстве высококвалифицированных специалистов.

Учебный предмет «Электротехника с основами электроники» предусматривает изучение процессов, происходящих в электрических цепях постоянного и переменного тока, устройства и принципа действия электроизмерительных приборов, электромагнитных аппаратов, электрических машин, электронных, фотоэлектронных и полупроводниковых приборов.

Для закрепления теоретического материала и формирования у учащихся, необходимых умений предусмотрено проведение лабораторных занятий.

К сдаче экзамена допускаются учащиеся, которые получили зачет по контрольной и всем лабораторным работам.

В результате изучения учебного предмета «Электротехника с основами электроники»

Учащиеся должны:

знать:

физические принципы действия основных электротехнических и электронных приборов;

обозначения по стандартам электротехнических величин и устройств;

основные схемы электроснабжения промышленных предприятий;

классификацию электроизмерительных приборов;

основные единицы измерения электрических величин;

основные законы электротехники;

закономерности построения электрических схем;

устройство и принцип действия электропривода оборудования;

технические способы и средства, обеспечивающие электробезопасность;

требования по охране труда, нормы и правила пожарной безопасности, защитные меры электробезопасности при работе с электрическими, электроизмерительными приборами и аппаратами;

уметь:

собирать, исследовать и рассчитывать электрические цепи;

анализировать назначение и принцип действия электрических и магнитных машин, аппаратов, электроприводов;

подбирать по назначению электроизмерительные приборы;

пользоваться электрическими аппаратами и приборами

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел, тема	Количество учебных часов		
	всего	в том числе, на	
		лабораторные работы	практические работы
Введение	1-2		
Раздел I. Электротехника	68	14	10
1.1. Электрическое поле	2		
1.2. Электрические цепи постоянного тока	12		
<i>Практическая работа № 1</i> Расчет электрических цепей постоянного тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением резисторов			2
<i>Лабораторная работа № 1</i> Изучение оборудования лаборатории, правил сборки электрических цепей, мер безопасности при работе с электрооборудованием		2	
1.3. Электромагнетизм	4		
1.4. Электрические машины постоянного тока	6		
1.5. Электрические измерения	6		
<i>Практическая работа № 2</i> Изучение устройства и принципа действия измерительных механизмов различных систем, условных обозначений на шкалах приборов.			2
1.6. Однофазные электрические цепи переменного тока	12		
<i>Практическая работа № 3</i> Расчет неразветвленных электрических цепей однофазного переменного тока с различным характером нагрузки. Построение векторных диаграмм.			2
<i>Практическая работа № 4</i> Расчет разветвленных электрических цепей однофазного переменного тока с различным характером нагрузки. Построение векторных диаграмм.			2
<i>Лабораторная работа № 2</i> Измерение энергии и мощности в цепях переменного тока.		2	
1.7. Трехфазные электрические цепи	6		
<i>Лабораторная работа № 3</i> Исследование электрической трехфазной цепи переменного тока при соединении приемника звездой. Построение векторных диаграмм.		2	
<i>Лабораторная работа № 4</i> Исследование электрической трехфазной цепи переменного тока при соединении приемника треугольником. Построение векторных диаграмм.		2	
1.8. Трансформаторы	6		
<i>Лабораторная работа № 5</i> Составление схемы и исследование работы однофазного трансформатора.		2	

1.9. Электрические машины переменного тока	8		
<i>Лабораторная работа № 6</i> Маркировка обмоток и включение в сеть трехфазного асинхронного двигателя.		2	
<i>Лабораторная работа № 7</i> Снятие рабочих характеристик трехфазного асинхронного двигателя.		2	
1.10. Электропривод и аппаратура управления	4		
1.11. Передача и распределение электрической энергии	1		
Обязательная контрольная работа №1	1		
<i>Лабораторная работа № 8</i> Определение потери напряжения и мощности в линиях электропередач.		2	
Раздел II. Основы электроники	32	2	2
2.1. Полупроводниковые приборы	10		
<i>Лабораторная работа № 9</i> Исследование работы биполярного транзистора. Построение графиков.		2	
2.2. Фотоэлектронные приборы	2		
2.3. Электронные выпрямители	8		
<i>Лабораторная работа № 10</i> Сборка и исследование работы различных схем полупроводниковых выпрямителей.		2	
<i>Практическая работа № 5</i> Расчет параметров диодов при последовательном и параллельном соединении.			2
2.4. Электронные усилители	2		
2.5. Электронные генераторы и приборы отображения информации	5		
Обязательная контрольная работа №2	1		
2.6. Интегральные схемы микроэлектроники	4		
Итого	102	18	12

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов В.С., Николаев С.А. Общая электротехника с основами электроники. – М.: Энергия, 1977.
2. Евдокимов Ф.Е. Общая электротехника. – М.: Высш. шк., 1987.
3. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника с основами электроники. – М.: Высш. шк., 1989.
4. Усс Л.В. и др. Общая электротехника с основами электроники / Л.В. Усс, А.С. Красько, Г.С. Климович. – М.: Высш. шк., 1990.
5. Харченко В.М. Основы электроники. – М.: Энергоиздат, 1982.
6. Федотов В.Н. Основы электроники. – М.: Высш. шк., 1980.
7. Резник А.В., Орлов В.П. Электрооборудование автомобилей. – М.: Транспорт, 1988.
8. Гельман Б.М., Москвин М.В. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили. Т. 2: Шасси и оборудование. – М.: Агропромиздат, 1987.
9. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов. – М.: Колос, 1977.
10. Березкина Т.Ф. и др. Задачник по общей электротехнике с основами электроники / Т.Ф. Березкина, Н.Г. Гусев, В.В. Масленников. – М.: Высш. шк., 1983.
11. Усатенко С.Т. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник / С.Т. Усатенко, Т.К. Каченюк, М.В. Терехов. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
12. Государственные стандарты:
19880-74. Электротехника. Основные понятия. Термины и определения.
1494-77. Электротехника. Буквенные обозначения основных величин.
ГСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебным планом предусмотрена одна контрольная работа, которая выполняется учащимися на первом курсе обучения.

Варианты для каждого учащегося индивидуальные. Номер варианта определяется двумя последними цифрами шифра учащегося. Номера задач, которые должны решить учащиеся по своему варианту, приведены в таблице 1.

На выполнение контрольной работы следует обратить особое внимание, т.к. она является письменным отчётом учащегося заочной формы обучения о самостоятельной работе по изучению учебного предмета.

Контрольная работа выполняется в отдельной тетради, в которой на каждой странице оставляются поля шириной 25...30 мм. для замечаний рецензента и 2...3 свободные страницы для рецензии. Решение каждой задачи начинается с новой страницы. Условие задачи переписывается в тетрадь полностью. Под текстом условия задачи на левой стороне листа выписываются столбцом известные исходные данные и величины, которые требуется определить. Справа от исходных данных приводится необходимый чертёж (схема), условные обозначения на котором должны удовлетворять требованиям ГОСТ. Если графический материал выполняется на отдельном листе, то его надо вклеить в тетрадь. Под исходными данными чертежом (схемой) приводится решение задачи, которое должно содержать расчёты и объяснения. При расчётах сначала выписывается формула, затем в неё подставляются числовые значения величин обязательно в основных единицах системы СИ и наконец, после проведения вычислений записывается конечный результат. При вычислениях следует пользоваться микрокалькулятором.

В конце работы должен быть приведён список литературы, использованной при выполнении контрольной работы, проставлены дата выполнения работы и личная подпись учащегося.

В случае возникновения затруднений при выполнении контрольной работы учащиеся должны обратиться в колледж за консультацией.

Задачи, выполненные не по своему варианту, не засчитываются и возвращаются учащемуся. Возвращается учащемуся и проверенная контрольная работа. После получения работы надо исправить выявленные ошибки, выполнить все указания рецензента и повторить недостаточно твёрдо усвоенный материал.

Таблица 1- Перечень вариантов заданий контрольной работы

Номер варианта	Номера заданий					
01.	19	36	64	95	131	172
02.	29	60	74	100	141	182
03.	11	45	69	105	151	192
04.	27	40	80	110	161	173
05.	23	50	86	115	132	183
06.	2	33	62	120	142	193
07.	28	43	75	94	152	174
08.	13	38	68	99	162	184
09.	26	31	71	104	133	194
10.	3	48	82	109	143	175
11.	18	34	65	114	153	185
12.	13	36	84	119	163	195
13.	7	54	74	93	134	176
14.	11	37	80	98	144	186
15.	1	40	76	103	154	196
16.	24	52	64	108	164	177
17.	23	33	90	113	135	187
18.	5	44	73	118	145	197
19.	19	46	66	92	155	178
20.	17	39	72	97	165	188
21.	3	52	78	102	136	198
22.	12	35	68	107	146	179
23.	14	50	86	112	156	189
24.	7	46	61	117	166	199
25.	20	38	81	91	137	180
26.	9	48	79	96	147	190
27.	2	31	78	101	157	200
28.	13	49	84	106	167	171
29.	8	41	66	111	138	181
30.	21	35	90	116	148	191
31.	5	55	76	96	158	172
32.	22	52	70	101	168	182
33.	10	37	85	106	139	192
34.	15	57	63	111	149	173
35.	6	42	89	116	159	183
36.	25	55	72	97	69	193
37.	5	44	88	102	140	174
38.	27	32	72	107	150	184
39.	17	33	70	112	160	194
40.	29	49	83	117	156	175
41.	25	44	77	98	166	185
42.	1	51	88	103	137	195
43.	28	47	62	108	147	176
44.	16	54	87	113	157	186
45.	15	34	66	118	167	196
46.	4	60	75	99	138	177
47.	30	38	86	104	148	187
48.	18	53	72	109	158	197
49.	9	42	67	114	168	178
50.	21	59	73	119	139	188

Номер варианта	Номера заданий					
51.	6	34	65	95	149	198
52.	29	35	77	100	159	179
53.	19	39	70	105	169	189
54.	8	51	69	110	140	199
55.	2	31	62	115	150	180
56.	16	4	75	120	160	190
57.	25	56	87	94	170	200
58.	10	37	67	99	131	171
59.	30	46	63	104	141	181
60.	16	49	89	109	151	191
61.	4	33	74	114	161	172
62.	10	42	85	119	132	182
63.	29	49	67	93	142	152
64.	8	39	77	98	152	173
65.	15	35	80	103	162	183
66.	6	32	72	108	133	193
67.	26	52	68	113	143	174
68.	1	43	62	118	153	184
69.	22	51	81	92	163	194
70.	12	38	88	97	134	175
71.	14	55	71	102	154	185
72.	9	32	85	107	164	195
73.	20	44	90	112	144	176
74.	4	53	64	117	135	186
75.	25	39	82	91	145	196
76.	7	49	73	96	155	177
77.	17	41	87	101	165	187
78.	27	36	79	106	136	197
79.	2	31	66	111	131	178
80.	24	48	83	116	141	188
81.	17	34	70	96	151	198
82.	11	45	86	101	161	179
83.	24	43	61	106	132	189
84.	5	54	81	111	142	199
85.	22	42	73	116	152	180
86.	3	32	69	97	162	190
87.	20	60	84	102	133	200
88.	13	46	75	108	143	171
89.	18	50	78	113	153	181
90.	1	41	65	118	163	191
91.	29	52	89	98	134	172
92.	19	37	76	103	144	182
93.	14	48	80	108	154	192
94.	23	55	63	113	165	173
95.	30	33	83	118	135	183
96.	26	45	68	99	145	193
97.	28	53	79	104	155	174
98.	18	40	71	109	165	184
99.	21	47	67	114	136	194
100.	12	31	61	119	146	175

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ

Введение

Электрическая энергия, ее свойства, особенности и применение. Основные этапы развития отечественной электроэнергетики Роль электрификации в развитии передовых технологий, автоматизации технологических процессов.

Краткое содержание предмета «Электротехника с основами электроники». Значение электротехнической подготовки специалистов среднего звена для освоения новой технологии современного производства.

Литература: [1], с. 3-12; [2], с. 4-10.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под электрической энергией?
2. Перечислите основные свойства электрической энергии.
3. Назовите крупнейшую электростанцию в Беларуси. Какова ее мощность?

РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

1.1. Электрическое поле

Краткие сведения о строении вещества. Электрический заряд. Электрическое поле. Характеристики электрического поля: напряжённость, потенциал, электрическое напряжение, единицы энергии электрического поля.

Проводники, диэлектрики и полупроводники. Их краткая характеристика и практическое применение.

Диэлектрик в электрическом поле, поляризация диэлектрика, пробой диэлектрика.

Электрическая ёмкость, единицы измерения. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Литература: [1], с 13-31; [2], с 11-32; [3], с 8-25; [4], с 10-24.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие величины характеризуют электрическое поле? В каких единицах они измеряются?
2. Для чего применяют параллельное соединение конденсаторов? В каких случаях следует применять последовательное соединение конденсаторов?
3. Как вычислить электрическую энергию поля заряженного конденсатора и батареи конденсаторов?

1.2. Электрические цепи постоянного тока

Общие сведения об электрических цепях. Основные элементы электрических цепей: источники и приёмники электрической энергии. Электродвижущая сила (ЭДС) источника и напряжение на его зажимах. Электрический ток, его определение, величина, направ-

ление, плотность.

Законы Ома для участка цепи и полной цепи. Электрическое сопротивление и проводимость. Зависимость сопротивления проводника от его размеров, материала и температуры. Работа и мощность электрической цепи.

Нагревание проводов. Закон Джоуля-Ленца. Плавкие предохранители. Понятие о режимах электрических цепей (номинальный, холостого хода, короткого замыкания). Последовательное, параллельное и смешанное соединения резисторов. Законы Кирхгофа.

Литература: [1], с. 31-66; [2], с. 32-59; [3], с. 28-69; [4], с. 24-50.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется электрическим током и плотностью тока?
2. Какова физическая сущность электрического сопротивления проводника постоянному току? От каких параметров проводника зависит эта величина?
3. Что называется электрической цепью и из каких элементов она состоит?
4. Что называется электродвижущей силой источника электрической энергии? Чем она отличается от напряжения по физическому смыслу?
5. Что такое энергия и мощность источника и приемника электрической энергии? В каких единицах они измеряются?
6. Сформулируйте закон Ома для участка цепи; для всей цепи.
7. Что называется ветвью, узлом, контуром электрической цепи?
8. Перечислите свойства последовательного соединения резисторов. Когда оно применяется?
9. Перечислите свойства параллельного соединения резисторов. Когда оно применяется?
10. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.

1.3. Электромагнетизм.

Магнитное поле электрического тока. Магнитная индукция как характеристика интенсивности магнитного поля. Правило буравчика. Магнитный поток. Магнитная проницаемость. Напряжение магнитного поля.

Электромагнитная сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Правило левой руки. Взаимодействие параллельных проводников с токами. Принцип действия электромагнитного реле.

Ферромагнитные материалы, их намагничивание и перемагничивание.

Магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

Явление электромагнитной индукции. ЭДС, возникающая в проводнике при перемещении его в магнитном поле. ЭДС, наводимая в контуре, катушке. Правило правой руки. Принцип Ленца - Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Вихревые токи, их практическое значение.

Принцип преобразования механической энергии в электрическую и электрической в механическую.

Литература: [1], с. 69-107; [2], с. 59-90; [3], с. 69-116; [4], с. 52-82.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое магнитное поле? Каковы его основные свойства?
2. По какому правилу определяется направление магнитного поля прямолинейного тока и тока в цилиндрической катушке?
3. Что называется магнитной индукцией? Назовите единицу ее измерения.
4. Какова формула для определения электромагнитной силы, действующей на проводник, с током в магнитном поле? Сформулируйте правило левой руки.
5. Как определить направление ЭДС электромагнитной индукции, наводимой в прямолинейном проводнике? Сформулируйте закон Ленца.
6. Что называется ЭДС самоиндукции? Как определяется ее направление?
7. Каковы причины возникновения вихревых токов? Назовите их свойства, применение и способы уменьшения.

1.4. Однофазные электрические цепи переменного тока.

Переменный электрический ток, понятие о получении переменного тока путём вращения проводника, согнутого в рамку, в магнитном поле. Период, частота, угловая частота. Максимальное, мгновенное и действующее значения переменного тока и напряжения. Фаза и сдвиг фаз. Синусоидальное и векторное изображение переменных величин.

Цепь переменного тока с активным сопротивлением. Закон Ома. Активная мощность. Векторная диаграмма.

Цепь переменного тока с индуктивностью. Векторная диаграмма. Реактивное индуктивное сопротивление. Реактивная индуктивная мощность.

Цепь переменного тока с ёмкостью. Ёмкостное сопротивление. Реактивная ёмкостная мощность. Векторная диаграмма.

Неразветвленная цепь переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и ёмкостью. Векторная диаграмма». Треугольники сопротивлений и мощностей. Резонанс напряжений.

Цепь переменного тока с реальной катушкой. Векторная диаграмма.

Литература: [1], с. 139-183; [2], с. 90-118; [3], с. 116-164; [4], с. 82-108.

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Какой ток называется переменным? Запишите уравнение синусоидального тока в общем виде.
2. Что такое период, частота, амплитуда и начальная фаза переменного тока?
3. Сформулируйте понятия активного, емкостного и индуктивного сопротивлений. Почему и индуктивное и емкостное сопротивления называются реактивными?
4. Что называется активной, реактивной мощностью и в каких единицах они измеряются?
5. Сформулируйте закон Ома для последовательной цепи переменного тока, обладающей активным, индуктивным и емкостным сопротивлением, постройте векторную диаграмму.

1.5. Трёхфазные электрические цепи.

Трёхфазная ЭДС, трёхфазный ток. Преимущества трёхфазной системы. Соединение обмоток генератора и потребителя энергии звездой. Фазные и линейные напряжения и токи. Соотношение между фазными и линейными напряжениями и токами.

Трёхпроводная и четырёхпроводная цепи. Значение нулевого провода. Соединение обмоток генератора и потребителей энергии треугольником.

Соотношения между фазными и линейными напряжениями и токами. Мощность трёхфазной цепи.

Литература: [1], с. 183-195; [2], с. 118-126; [3], с. 164-180; [4], с. 110-126.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая система называется трехфазной?
2. Какая система ЭДС называется симметричной?
3. Независимо от схемы соединения приемника (звезда, треугольник) мощность трехфазной цепи определяют по одинаковым формулам. Почему?
4. С какой целью в трехфазной системе токов используется нулевой провод? Почему в нулевом проводе не включают предохранители?
5. Какие соотношения существуют между системой линейных и фазных обмоток источника звездой; треугольником?
6. Почему опасно неправильное соединение фаз источника треугольником?

1.6. Электрические измерения.

Электроизмерительные приборы: их назначение и роль в развитии науки и техники. Классификация электроизмерительных приборов. Условное обозначение электроизмерительных приборов.

Измерительные механизмы приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, индукционной и других систем.

Измерение тока, напряжения и мощности. Включение амперметра, вольтметра, ваттметра в электрическую цепь. Расширение пределов измерения амперметров и вольтметров. Погрешности измерений.

Измерение электрического сопротивления.

Литература: [1], с. 200-232; [2], с. 130-153; [3], с. 318-359; [4], с. 126-148.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют погрешности и как они вычисляются?
2. Как определяется класс точности прибора?
3. Перечислите основные детали электроизмерительных приборов.
4. Перечислите признаки, по которым классифицируются электроизмерительные приборы.
5. Что такое чувствительность, относительная погрешность и действительная постоянная счетчика?

1.7. Трансформаторы

Назначение и применение трансформаторов. Устройство, принцип действия однофазного трансформатора: принципиальная схема, ЭДС обмоток.

Режим холостого хода трансформаторов, определение коэффициента трансформации и потерь мощности в стали трансформатора.

Работа трансформатора под нагрузкой. Понятие о трёхфазном трансформаторе. Потери энергии и КПД трансформатора. Опыт короткого замыкания. Понятие о специальных трансформаторах.

Литература: [1], с. 234-251; [2], с. 153-177; [3], с. 182-199; [4], с. 148-164.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему обмотки трансформатора должны располагаться на стальном сердечнике? Как будет работать трансформатор, если стальной сердечник заменить алюминиевым?
2. Начертите схему устройства стержневого и броневое сердечника.
3. Что называется номинальной мощностью трансформатора?
4. Напишите формулы для определения ЭДС обмоток.
5. Почему коэффициент трансформации трансформатора определяется в режиме холостого хода?
6. Какое напряжение называют напряжением короткого замыкания?
7. Почему недопустимо размыкание вторичной обмотки работающего трансформатора тока?
8. Указать особенности устройства сварочного трансформатора.

1.8. Электрические машины переменного тока

Назначение машин переменного тока, их классификация и применение.

Трёхфазный асинхронный двигатель, его устройство. Получение вращающегося магнитного поля. Зависимость частоты вращения магнитного поля от частоты тока в обмотке статора и числа пар полюсов. Принцип действия трёхфазного асинхронного электродвигателя, скольжение. Способы пуска в ход трёхфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами; рабочие характеристики асинхронного двигателя.

Регулирование частоты вращения и реверс асинхронного двигателя.

Понятие об однофазном асинхронном электродвигателе и асинхронных машинах.

Литература: [1], с. 251-277; [2], с. 175-212; [3], с. 199-239; [4], с. 164-187.

Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Для чего предназначен трёхфазный асинхронный двигатель?
2. Поясните устройство и принцип действия трёхфазного асинхронного двигателя?
3. Поясните принцип работы однофазного асинхронного двигателя. Почему такой двигатель без специального приспособления не может взять с места?
4. Какие потери энергии имеют место в асинхронном двигателе?
5. Каковы способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя?

1.9.Электрические машины постоянного тока.

Классификация машин постоянного тока по назначению и способу возбуждения. Обратимость машин постоянного тока. Устройство и принцип действия машин постоянного тока. Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением.

Электродвигатели постоянного тока. Пуск, регулирование частоты вращения, реверсирование двигателей постоянного тока. Их применение в отрасли.

Литература: [1], с. 108-138; [2], с. 212-240; [3], с. 239-281; [4], с. 187-204.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему станина машины постоянного тока изготавливается литой, а полюса собираются из отдельных листов?
2. В чем заключается обратимость машины постоянного тока?
3. От каких величин зависит вращающий момент машины постоянного тока?
4. Что называется периодом коммутации?
5. В чем заключается принцип самовозбуждения машины постоянного тока и какие необходимы для этого условия?
6. Объясните процесс самовозбуждения генератора постоянного тока.
7. От каких факторов зависят потери в стали машины постоянного тока?

1.10.Электропривод и аппаратура управления

Понятие об электроприводе. Аппаратура управления и защиты. Электромагнитный пускатель, его назначение устройство, схема, принцип действия.

Литература:[1], с. 277-283, 294-301; [2], с. 283-308; [3], с. 398-414; [4], с. 205-216.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое рабочая температура изоляции электродвигателей?
2. Какая существует связь между номинальной мощностью двигателя, рабочей температурой изоляции и температурой окружающей среды?
3. Дайте определение кратковременному режиму работы электродвигателя.
4. Дайте определение повторно-кратковременному режиму работы электродвигателя.

1.11.Передача и распределение электрической энергии

Понятие об энергетической системе. Схемы электроснабжения потребителей электрической энергии. Назначение и устройство трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Электрические сети и линии, их классификация.

Литература: [1], с. 301-321; [2], с. 313-329; [3], с. 362-395; [4], с. 217-226.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности производства электрической энергии?
2. Дайте определения понятиям «энергетическая система», «электрическая система», «электрические сети».
3. Назовите основные элементы воздушной линии. Каково ее назначение?
4. Перечислите аппаратуру, применяемую на подстанциях. Каково ее назначение?
5. Какие типы подстанций применяются для электроснабжения сельскохозяйственных потребителей?

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ.

2.1. Полупроводниковые приборы.

Полупроводниковые приборы, их достоинства и недостатки виды примесей и проводимостей в полупроводниках. Собственный и примесный полупроводник. Электронно-дырочный p-n переход и его свойства. Вольт-амперная характеристика p-n перехода.

Полупроводниковый диод, его устройство, принцип действия применение. Понятие о пробое диода, виды пробоя. Максимальное обратное напряжение и допустимый ток. Биполярный транзистор. Устройство, принцип действия и применение. Схемы включения транзисторов. Статические входные и выходные характеристики транзистора.

Понятие о полевом транзисторе.

Тиристоры, их устройство, свойства, применение. Вольт - амперная характеристика.

Условно-графические и буквенно-цифровые обозначения полупроводниковых приборов.

Литература: [1], с. 385-413; [3], с. 457-510; [4], с. 231-251; [5], с. 55-104; [6], с. 31-81.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется собственной проводимостью полупроводника?
2. Что называется примесной проводимостью?
3. Как изменяется собственная проводимость полупроводника при увеличении температуры?
4. Что представляет собой запирающий слой p-n перехода?
5. Как изменится толщина p-n перехода при прямом и обратном напряжении?
6. Что называется транзистором? Какие возможные схемы их включения?
7. Чем отличаются биполярные и униполярные транзисторы?

2.2. Фотоэлектронные приборы

Общие понятия о фотоэлектронных явлениях (фотоэлектронная эмиссия, фотопроводимость полупроводников, фотогальванический эффект).

Устройство и принцип действия вакуумного, газонаполненного и полупроводникового фотоэлементов. Краткие сведения о фотодиодах, фототранзисторах, солнечных фотоэлементах. Области применения, условное обозначение фотоэлектронных приборов.

Литература: [1], с. 413-423; [3], с. 510-523; [4], с. 266-276; [5], с. 105-121; [6], с. 81-99.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие внешнего фотоэффекта от внутреннего?
2. Как устроен фотоэлемент с внешним фотоэффектом?
3. Объясните устройство фоторезистора.
4. Почему полупроводники обладают фотоэлектронной эмиссией?
5. Назовите отличительные особенности фото- и светодиода.

6. Назовите технические устройства, в которых применяются фотоэлектронные приборы.

2.3. Электронные выпрямители и стабилизаторы

Основные сведения о выпрямителях. Структурная схема выпрямителя. Схемы выпрямителей однофазного тока: одно и двухполупериодные с выводом от средней точки и мостовая.

Соотношение между переменными и выпрямленными токами напряжениями для различных схем выпрямления. Сглаживающие фильтры. Управляемые выпрямители.

Литература: [1], с. 423-443; [3], с. 525-537; [4], с. 278-296; [5], с. 121-140; [6], с. 100-123.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы назначение и классификация выпрямителей?
2. Каковы достоинства и недостатки полупроводниковых вентиляей? По каким основным параметрам они выбираются для схем выпрямления?
3. Для каких целей применяются сглаживающие фильтры на выходе выпрямителей?
4. Какие устройства предусмотрены для стабилизации выпрямленного напряжения?
5. Как изменяется обратное напряжение на вентиле в однополупериодной схеме выпрямления при подключении емкостного фильтра?
6. Опишите работу однофазного двухполупериодного выпрямителя на управляемых вентиляях.

2.4. Электронные усилители

Назначение и классификация усилителей. Основные технические показатели и характеристики усилителей. Усилительный каскад, назначение элементов схемы, принцип действия.

Литература: [1], с. 443-477; [3], с. 541-558; [4], с. 296-32; [5], с. 141-176; [6], с. 124-171.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите три варианта элементарных усилителей.
2. Какова сущность работы схем эмиттерной и коллекторной стабилизации рабочей точки транзистора?
3. Чем объясняется отсутствие усиления по току в схеме с общей базой?
4. Назовите виды межкаскадных связей в транзисторных усилителях.
5. Изобразите схему усилителя мощности низкой частоты на транзисторах. Какую роль выполняет выходной трансформатор?
6. Чем отличаются усилители постоянного тока от других усилителей?
7. Где применяются усилители постоянного тока? Каковы их основные недостатки?

2.5. Электронные генераторы и измерительные приборы

Назначение и классификация электронных генераторов. Электронный генератор синусоидальных напряжений. Генераторы пилообразного напряжения. Схемы, принцип действия, применение.

Электронно-лучевая трубка, ее назначение, применение, устройство.
Электронный осциллограф. Устройство, назначение.

Литература: [1], с. 478-496; [3], с. 560-581; [4], с.324-335; [5], с. 176-218; [6], с. 173-199

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите условие самовозбуждения генератора синусоидальных колебаний.
2. Каким образом можно изменить частоту пилообразного напряжения?
3. Каким образом осуществляется запуск триггеров?
4. От параметров каких элементов мультивибратора зависит частота повторения импульсов?
5. Каковы достоинства электронных вольтметров?
6. Каково назначение электронного осциллографа?

2.6.Интегральные схемы микроэлектроники

Общие сведения. Понятие о гибридных, толсто и тонкоплёночных полупроводниковых интегральных микросхемах. Классификация, маркировка и применение микросхем. Логические элементы "ИЛИ", "И", "НЕ".

Литература:[3], с. 584-607; [5], с. 251-276; [6], с. 199-227.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое интегральная микросхема?
2. Какие существуют основные виды интегральных микросхем, в чем их различие?
3. Какие активные и пассивные элементы используют в интегральных микросхемах?
4. Какова технология изготовления микросхем?
5. Как обозначаются микросхемы?

Методические указания к решению задач 1 ... 30

Приступая к решению задач 1...30, уделите особое внимание изучению теоретического материала, изложенного в учебнике [1] на страницах 37...40 и 44...51. При этом твёрдо уясните закон Ома для всей цепи и её участков, законы Кирхгофа, а также методику расчёта эквивалентного сопротивления цепи при различных соединениях резистивных потребителей электрической энергии.

При смешанном соединении резисторов, представляющем собой комбинацию последовательного и параллельного, соединений, эквивалентное сопротивление находится путём постепенного упрощения схемы и "свёртывания" её, так чтобы получить одно сопротивление. При расчёте токов в отдельных ветвях схему "развёртывают" в обратном порядке.

Достоверность расчётов проверяется составлением уравнения баланса мощности электрической цепи, согласно которой 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 1

Пример 1.

Для схемы, приведённой 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 750 Вт, Составить баланс мощностей. Начертить схему измерения напряжения на зажимах источника, тока в ветви с резистором R_3 и мощности на участке цепи с - d . Внутреннее сопротивление источника считать равным нулю.

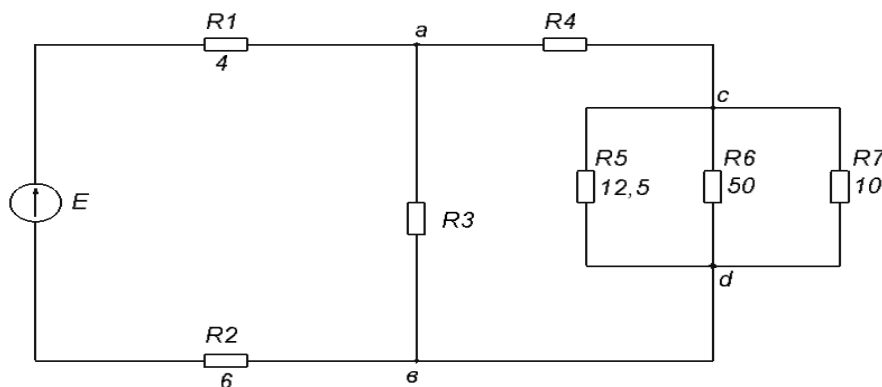


Рис 4

Решение. Резисторы R_5 , R_6 , R_7 соединены параллельно.

Их эквивалентная проводимость $G_{\Sigma 1}$ и сопротивление $R_{\Sigma 1}$ равны:

$$G_{\Sigma 1} = G_5 + G_6 + G_7 = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} = \frac{1}{12.5} + \frac{1}{50} + \frac{1}{10} = 0,2 \text{ см}$$
$$R_{\Sigma 1} = \frac{1}{G_{\Sigma 1}} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ Ом}$$

В результате схема рис. 4 может быть представлена эквивалентной схемой рис. 5, в которой резисторы R_4 и $R_{\Sigma 1}$ соединены последовательно. Их эквивалентное сопротивление:

$$R_{\Sigma 2} = R_4 + R_{\Sigma 1} = 10 + 5 = 15 \text{ Ом}$$

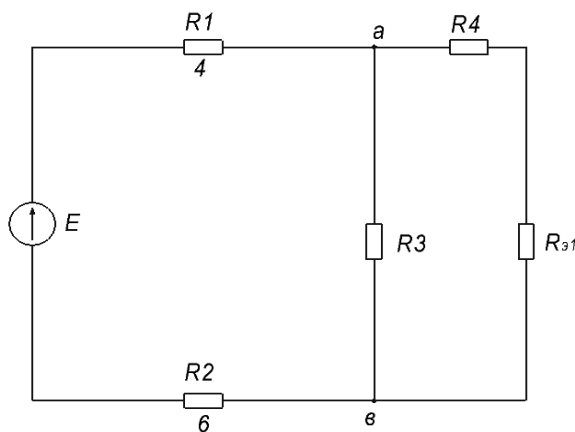


Рис 5

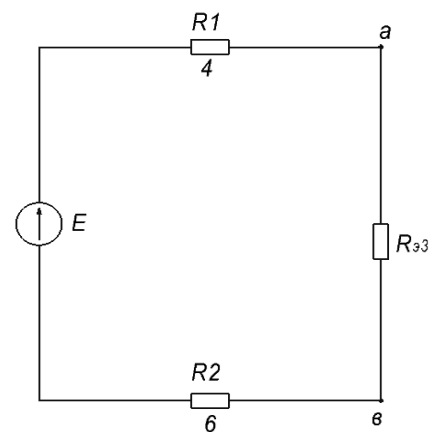


Рис 6

На участке ab резисторы R_3 и R_{32} соединены параллельно. Их эквивалентное сопротивление:

$$R_{33} = \frac{R_3 \cdot R_{32}}{R_3 + R_{32}} = \frac{30 \cdot 15}{30 + 15} = 10 \text{ Ом}$$

Таким образом, схема рис. 5 приводится к схеме рис. 6, где резисторы R_1 , R_{33} и R_2 соединены последовательно.

Эквивалентное сопротивление цепи:

$$R_3 = R_1 + R_{33} + R_2 = 4 + 10 + 6 = 20 \text{ Ом}$$

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

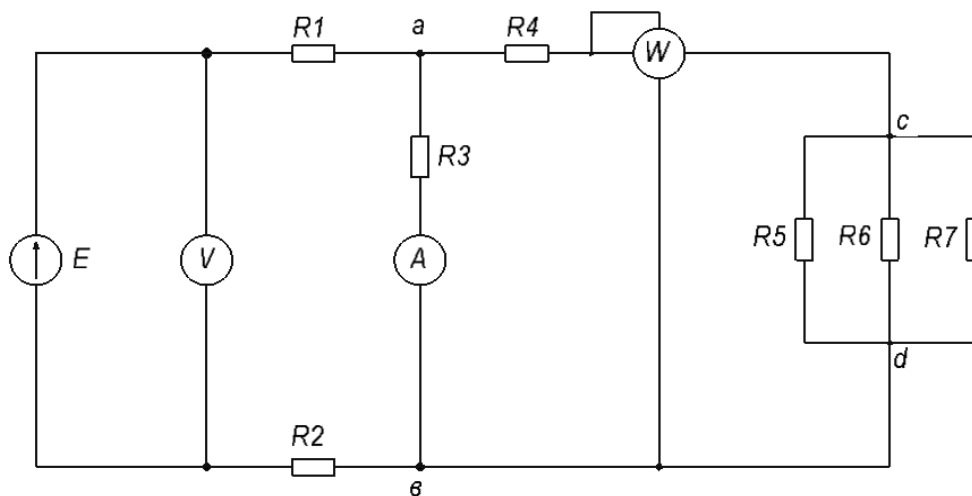


Рис 7

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

$$P_3 = I_3^2 R_3$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{P_3}{R_3}} = \sqrt{\frac{750}{30}} = 5 \text{ А}$$

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

$$U_3 = U_{ab} = I_3 \cdot R_3 = 5 \cdot 30 = 150 \text{ В}$$

Ток, протекающий по резистору R_4 :

$$I_4 = \frac{U_{ab}}{R_{32}} = \frac{150}{15} = 10 \text{ А}$$

Напряжение $U_{cd} = I_4 \cdot R_{31} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}$.

Токи в ветвях между узлами с и d:

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

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

$$I_7 = \frac{U_{cd}}{7} = \frac{50}{10} = 5 \text{ А}$$

Ток в неразветвленной части цепи определим, используя 1-й закон Кирхгофа:

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

Применяя закон Ома для пассивного участка цепи, определим показание вольтметра:

$$U = I \cdot R_9 = 15 \cdot 20 = 300 \text{ В}$$

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

$$E = 300 \text{ В}$$

Ваттметр, включённый в цепь, показывает мощность того участка цепи, к которому он подключён:

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

Достоверность результатов расчётов проверим составлением уравнения баланса мощностей:

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

$$300 \cdot 15 = (4 + 6) \cdot I^2 + 30 \cdot 5^2 + 10 \cdot 10^2 + 12,5 \cdot 4^2 + 50 \cdot 1^2 + 10 \cdot 5^2$$
$$4500 \text{ Вт} = 4500 \text{ Вт}$$

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 разделов 4.1 ... 4.4 учебника [1], обратив главное внимание на понимание физических процессов, протекающих в цепях переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и ёмкостью, на усвоение математического аппарата расчёта 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 це-

при 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 её 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 её индуктивности L и активного сопротивления проводов катушки R .

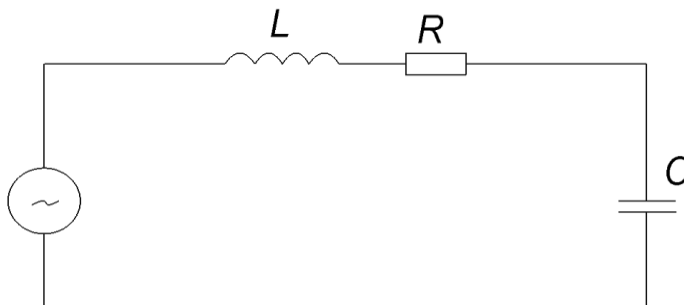


Рис 8

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 её индуктивность вычислим, используя заданные значения полного сопротивления катушки и частоты тока:

$$X_L = \sqrt{Z_k^2 - R^2} = \sqrt{30.27^2 - 4^2} = 30 \text{ Ом}$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{30}{2 \cdot 3.14 \cdot 500 \cdot 10^{-3}} = 0,00955 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 9,55 \text{ мГн}$$

Ёмкостное сопротивление конденсатора:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f c} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 500 \cdot 54 \cdot 10^{-6}} = 5,9 \text{ Ом}$$

Реактивное и полное сопротивление цепи:

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

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{4^2 + 24.1^2} = 24,43 \text{ Ом}$$

Напряжение на зажимах генератора переменного тока:

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

Реактивная и полная мощности цепи и коэффициент мощности:

$$Q_L = I^2 X_L = I_5^2 \cdot 30 = 6750 \text{ вар}$$

$$Q_C = I^2 X_C = I_5^2 \cdot 5,9 = 1327,5 \text{ вар}$$

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

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{900^2 + 5422.5^2} = 5496,7 \text{ В А}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{900}{5496.7} = 0,16$$

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

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

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

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

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

$$\vec{I} = I / m_x = 15/5 = 3 \text{ см} = 30 \text{ мм}$$

Построение векторной диаграммы (рис.9) начнём с вектора тока \vec{I} , который расположим по горизонтали. Из начала вектора тока в сторону опережения на 90° отложим вектор индуктивной составляющей напряжения \vec{U}_L .

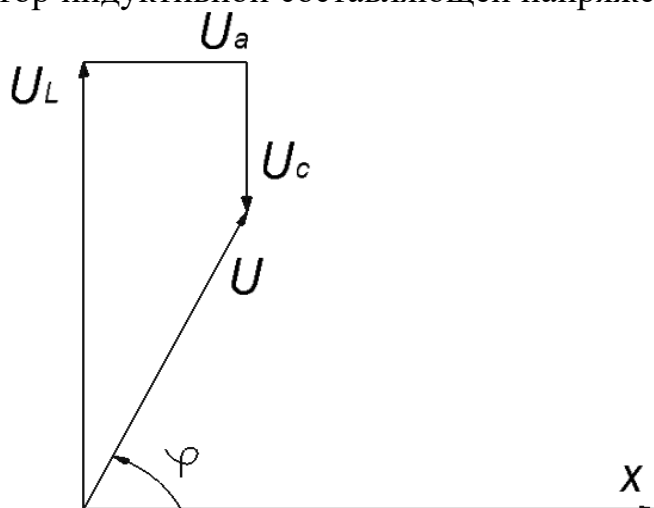


Рис 9

Из конца вектора \vec{U}_L в горизонтальном направлении проведём вектор активной составляющей напряжения \vec{U}_a (активная составляющая напряжения и ток совпадают по фазе), а из его конца в сторону отставания на 90° от вектора тока отложим вектор ёмкостной составляющей напряжения \vec{U}_C . Соединим начало вектора \vec{U}_L с концом вектора \vec{C} и

получим вектор приложенного к цепи напряжения \vec{U} . По измеренной длине вектора определим значение напряжения:

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

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

Расхождение между полученным значением напряжения и ранее вычисленным (366,45 В) обусловлено погрешностями 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, реактивную и полную мощности, а также величину индуктивности и ёмкости, если частота тока равна 50 Гц.

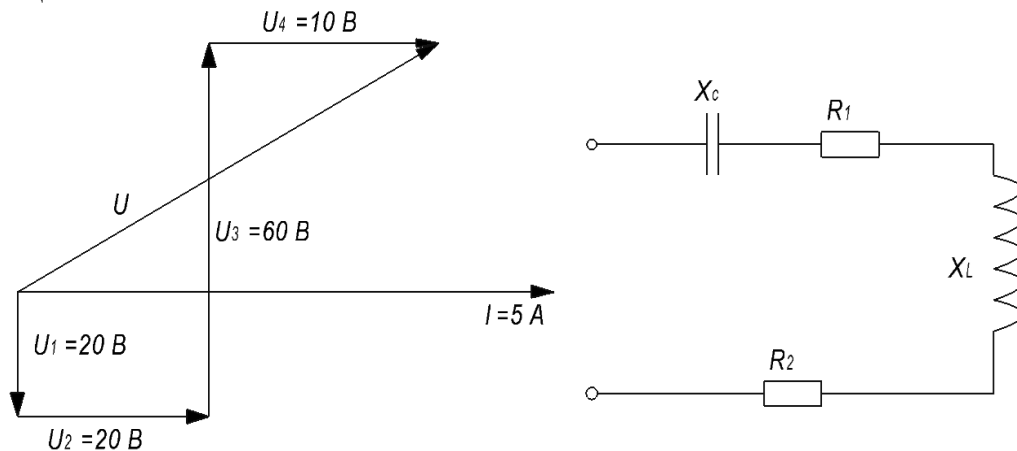


Рис 10

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

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

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

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

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

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

На четвёртом участке включено активное сопротивление:

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

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:

$$R = U / I = 50/5 = 10 \text{ Ом}$$

Активная, реактивная и полная мощности цепи:

$$\begin{aligned} P &= R I^2 = (R_1 + R_2) I^2 = 6 \cdot 5^2 = 150 \text{ Вт} \\ Q &= Q_L - Q_C = I^2 X_L - X_C^2 - X_C = I^2 (X_L - X_C) = 5^2 \cdot (12 - 4) = 200 \text{ вар} \\ S &= I^2 Z = 5^2 \cdot 10 = 250 \text{ В} \cdot \text{А} \end{aligned}$$

По известной частоте тока и вычисленным значениям индуктивного и ёмкостного сопротивлений определим величину индуктивности и ёмкость конденсатора:

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

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

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, 600 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 распространёнными являются двигатели серии АИР

Асинхронные электродвигатели АИР (ранее выпускались двигатели 4А, 4АМ) с короткозамкнутым ротором, благодаря простоте конструкции, отсутствию подвижных контактов, высокой ремонтпригодности, невысокой цене по сравнению с другими электрическими двигателями применяются практически во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства. Они используются для привода вентиляционного оборудования, насосов, компрессорных установок, станков, эскалаторов и многих других машин.

Расшифровка условного обозначения - электродвигатель АИР XXX X XX X X

"А" – тип двигателя (асинхронный двигатель),

"И" – серия разработана в рамках Интерэлектро,

"Р" - привязка мощностей к установочным размерам,

XXX - высота оси вращения (от 50 -355), мм

X - установочный размер по длине станины (S – короткая; L – длинная; M – промежуточная),

XX - число полюсов (2, 4, 6, 8, 10 или 12),

X - климатическое исполнение (У – умеренного климата; УХЛ – умеренно холодного; Т – тропического),

X - категория размещения (1 – на открытом воздухе; 2 – под навесом или в неотопливаемых помещениях; 3 – в закрытых помещениях с естественной вентиляцией; 4 – в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями; 5 – в помещениях с повышенной влажностью).

Каждый электродвигатель обладает рядом номинальных технических характеристик. К ним относятся номинальная мощность $P_{\text{ном}}$ (мощность на валу ротора), частота вращения ротора n_2 , коэффициент мощности $\cos \varphi_m$, коэффициент полезного действия $\eta_{\text{ном}}$, пусковой I_p и номинальный $I_{\text{ном}}$ токи, пусковой M_p , номинальный $M_{\text{ном}}$ и максимальный M_{max} моменты на валу ротора. В справочниках приводятся кратность пускового тока $K_i = I_p / I_{\text{ном}}$, кратность пускового $K_p = M_p / M_{\text{ном}}$ и максимального $K_m = M_{\text{max}} / M_{\text{ном}}$ моментов, показывающие сколько раз соответствующая величина больше номинальной, а также другие данные.

Часть из указанных характеристик вместе с условным обозначением, заводским номером, номинальным напряжением $U_{\text{ном}}$, на которое рассчитан двигатель, и указанием способа подключения двигателя в сеть приводятся на бирке каждого двигателя.

Перед решением задач рассмотрите типовые примеры 6, 7 и 8.

Пример 6. Расшифровать условное обозначение двигателя АИР250S4УЗ.

"А" - асинхронный двигатель,

"И" - серия разработана в рамках Интерэлектро,

"Р" - привязка мощностей к установочным размерам

250 - высота оси вращения мм,

S - установочный размер по длине станины (S – короткая),

4 - число полюсов,

У - климатическое исполнение (для умеренного климата),

3- категория размещения (в закрытых помещениях с естественной вентиляцией);

Пример 7. Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором питается от сети линейным напряжением $U_{\text{ном}} = 380$ В при частоте $f_1 = 50$ Гц.

Номинальные данные двигателя:

$$P_{\text{ном}} = 20 \text{ кВт}; n_2 = 960 \text{ об/мин}; \cos \varphi_{\text{ном}} = 0,84; \eta_{\text{ном}} = 0,88; k_m = 1,8.$$

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:

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

Номинальный ток, потребляемый двигателем из сети:

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

Число пар полюсов может быть определено из формулы частоты вращения поля статора.

При частоте напряжения 50 Гц частота вращения поля:

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

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

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

Номинальное скольжение:

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

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:

$$M_{\text{МАХ}} = k_M \cdot M_{\text{НОМ}} = 1,8 \cdot 200 = 300 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Указания к ответам на теоретические вопросы 91... 120.

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, графиками, поясняющими описываемые физические явления или работу устройств или приборов.

Методические указания к решению задач 121...170

Данные задачи относятся к расчёту выпрямителей переменного тока, собранных на полупроводниковых диодах. Теоретический материал к этому вопросу изложен в главе 5 учебника [3] и в главе 8 учебника [4].

Рассчитывая выпрямитель, следует помнить, что основными параметрами полупроводниковых диодов являются допустимый ток $I_{\text{доп}}$, на которой рассчитан диод, и величина обратного напряжения $U_{\text{обр}}$, которую выдерживает диод в непроводящий период. Выбор диодов для выпрямителей осуществляется по величине тока $I_{\text{д}}$, протекающего через диод, и максимальному напряжению $U_{\text{д}}$, которое оказывается приложенным к диоду в непроводящий период. При этом для исключения повреждений диодов должны быть выполнены следующие условия:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{д}} \text{ и } U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}}$$

Обычно исходными данными для расчёта выпрямителя являются мощность потребителя $P_{\text{Н}}$ и величина выпрямленного напряжения $U_{\text{Н}}$, при котором работает потребитель энергии. По этим данным расчет тока потребителя затруднений не вызывает

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

Вычисленное значение тока берётся 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 $I_{\text{д}} = 0,5 I_{\text{Н}}$, для трёхфазного 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 $U_{\text{д}} = 3,14 U_{\text{Н}}$ для мостового выпрямителя $U_{\text{д}} = 1,57 U_{\text{Н}}$, для трёхфазного выпрямителя $U_{\text{д}} = 2,1 U_{\text{Н}}$ и трёхфазного мостового выпрямителя $U_{\text{д}} = 1,05 U_{\text{Н}}$.

Приведённые соотношения следует использовать при подборе диодов для выпрямителей по напряжению.

В результате расчёта может оказаться, что ток через диод превышает допустимое значение тока $I_{\text{доп}}$ для заданного типа диода. В этом случае используется параллельное соединение диодов в таком числе n , чтобы их суммарный допустимый ток $n I_{\text{доп}}$ превышал рассчитанное значение тока $I_{\text{д}}$ через диод.

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

$$n U_{\text{обр}} \geq U_{\text{д}}$$

Рассмотрим примеры на составление схем выпрямителей.

Пример 1.

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

Решение 1.

1. Выписываем из таблицы 20 параметры указанных диодов:

Тип диода	$I_{\text{доп}}$, А	$U_{\text{обр}}$, В
Д218	0,1	1000
Д222	0,4	600
КД202Н	1	500
Д215В	2	200

2. Определим ток потребителя:

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

3. Определим напряжение, действующее на диод в непроводящий период для мостовой схемы выпрямителя:

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

4. Определим ток, протекающий через каждый диод:

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

5. Выбираем диод из условий:

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

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

Этим условиям удовлетворяет диод КД202Н:

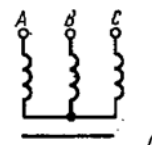
$$I_{\text{доп}} = 1,0 \text{ А} > 0,75$$

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

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

6. Составляем схему мостового выпрямителя (рис 11). В этой схеме каждый из диодов имеет параметры диода КД202Н:

$$I_{\text{доп}} = 1 \text{ А}; U_{\text{обр}} = 500 \text{ В}$$



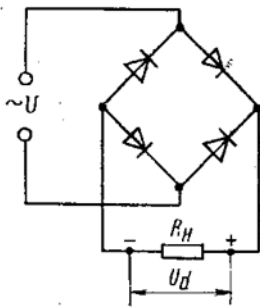


Рис 11

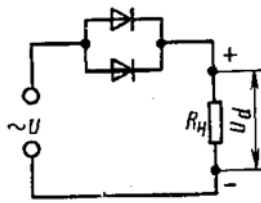


Рис 12

Рис 13

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

Решение 1.

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

2. Определяем ток потребителя:

$$I_H = P_H / U_H = 300 / 20 = 15\text{ А}$$

3. Ток через диод в однополупериодном выпрямителе равен току потребителя:

$$I_d = I_H = 15\text{ А}$$

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

$$U_d = 3,14 \cdot U_H = 3,14 \cdot 20 = 63\text{ В}$$

5. Проверяем соответствие параметров диода условиям:

$$U_{\text{обр}} \geq U_d,$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_d$$

В данном случае второе условие не соблюдается, так как $10 < 15\text{ А}$, т.е. $I_{\text{доп}} < I_d$

Первое условие выполняется, так как $100 > 63\text{ В}$, т.е. $U_{\text{обр}} > U_d$

6. Составляем схему выпрямителя. Что бы выполнялось условие по току, надо два диода соединить параллельно, тогда:

$$I_{\text{доп}} = n I_{\text{доп}} = 2 \cdot 10 = 20\text{ А}; 20 > 15\text{ А}$$

Полная схема выпрямителя приведена на рис. 12.

Пример 3. Для составления схемы трёхфазного однополупериодного выпрямителя используются диоды Д 243. Выпрямитель должен питать потребитель с напряжением $U_H = 150\text{ В}$. Определить допустимую мощность потребителя к пояснить порядок составления схемы выпрямителя.

Решение.

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

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

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

Отсюда следует, что допустимая мощность потребителя:

$$P_H = U_H I_H = 150 \cdot 15 = 2250\text{ Вт}$$

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

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

4. Составляем схему выпрямителя. Проверяем диод по условию $U_{\text{обр}} \geq U_d$. В данном случае

это условие не выполняется, так как $200 \leq 315$ В. Чтобы условие выполнялось, необходимо в каждой фазе соединить последовательно два диода, тогда $U'_{обр} = U_{обр} \cdot 2 = 200 \cdot 2 = 400$ В; $400 > 315$ В.

Полная схема выпрямителя представлена на рис. 13.

Методические указания к решению задач 171 ...200

Эти задачи относятся к расчёту параметров и характеристик транзисторов, включённых по схеме с общим эмиттером (рис. 14). 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 $U_{кз}$. Для коллекторной цепи в соответствии со вторым законом Кирхгофа можно записать

$$E_k = E_{кз} + I_k R_k$$

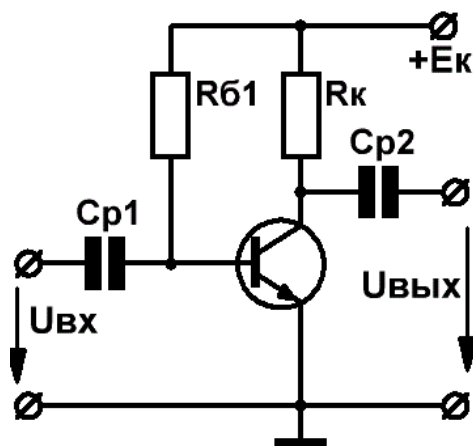


Рис 14

т.е. сумма напряжений на резисторе R_k и коллекторного напряжения $U_{кз}$ всегда равна E_k - ЭДС источника питания. Расчёт цепи, т.е. определение I_k и $U_{кз}$ для различных значений токов базы I_b и сопротивления резистора R_k можно произвести графически. Для этого на семействе выходных характеристик (рис. 24) необходимо провести вольт-амперную характеристику резистора R_k , удовлетворяющую уравнению

$$U_k = E_k - I_k R_k$$

Эту характеристику удобно строить по двум точкам:

При $I_k = 0$, $U_{кз} = E_k$ и при $U_{кз} = 0$, $I_k = E_k/R_k$.

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. Точка покоя характеризуется током покоя выходной цепи $I_{к0}$, напряжением покоя $U_{к0}$, током базы $I_{б0}$ и напряжением смещения на базе $U_{б0}$ (на рис. 23 является падение напряжения на резисторе R делителя R_1, R_2).

При включении транзистора по схеме с общим эмиттером управляющим является ток базы I_b . Коэффициент усиления по току $h_{21э}$ при такой схеме включения определяется как отношение приращения тока коллектора ΔI_k к приращению тока базы ΔI_b :

$$h_{21э} = \Delta I_k / \Delta I_b \quad \text{при } U_{кз} = \text{const},$$

где $U_{кэ}$ - напряжение между коллектором и эмиттером.

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

$$I_{к} = h_{21Э} \cdot I_{б};$$

$$P_{к} = U_{кэ} I_{к}.$$

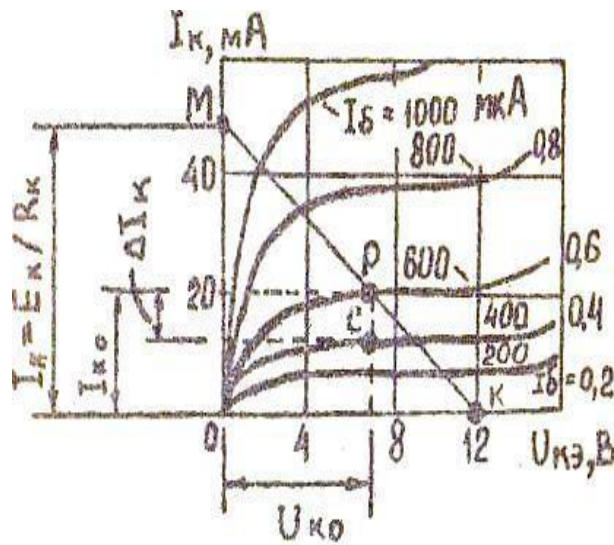


Рис 15

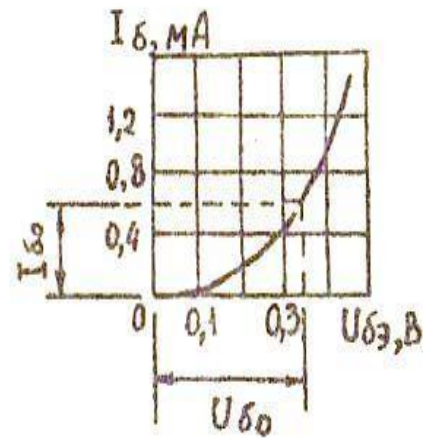


рис 16

Пример 1

Для транзистора ГТ308А, включённого по схеме с общим эмиттером, определить коэффициент усиления $h_{21Э}$ по выходным (рис. 15) и входной (рис. 16) характеристикам, если $U_{бэ} = 0,35$ В; $E_{к} = 12$ В и $U_{кэ} = 7$ В. Подсчитать также сопротивление в цепи коллектора $R_{к}$ и мощность $P_{к}$ на коллекторе.

Решение 1

1. По входной характеристике определяем при $U_{бэ} = 0,35$ В и ток базы $I_{б} = 600$ мкА.

2. По выходным характеристикам для $U_{кэ} = 7$ В и $I_{б} = 600$ мкА. определяем ток коллектора: $I_{к} = 20$ мА

3. Через точку Р и точку К ($U_{кэ} = E_{к} = 12$ В; $I_{к} = 0$) на оси абсцисс проводим линию нагрузки до пересечения с осью ординат и находим величину сопротивления резистора в цепи коллектора. В точке М: $I_{к} = E_{к}/R_{к} = 30$ мА, откуда

$$R_{к} = E_{к}/I_{к} = 12/30 \cdot 10^{-3} = 400 \text{ Ом.}$$

4. На выходных характеристиках строим отрезок РС, опустив перпендикуляр до пересечения с соседней характеристикой для $I_{б} = 0,4$ мА, из которой находим :

$$\Delta I_{к} = PC = I_{к1} - I_{к2} = 20 - 11,7 = 8,3 \text{ мА}$$

$$\Delta I_{б} = PC = I_{б1} - I_{б2} = 600 - 400 = 200 \text{ мкА} = 0,2 \text{ мА}$$

5. Определяем коэффициент усиления:

$$h_{21Э} = \Delta I_{к}/\Delta I_{б} = 8,3/0,2 = 41,5$$

6. Определяем мощность на коллекторе:

$$P_{к} = U_{кэ} \cdot I_{к} = 7 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 140 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 0,14 \text{ Вт.}$$

Пример 2. Для транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером, найти ток ба-

зы I_b , ток коллектора I_k и напряжение на коллекторе $U_{кз}$, если напряжение $U_{бэ} = 0,3 В$; напряжение питания $E_k = 20 В$; сопротивление в цепи коллектора $R_k = 0,8 кОм$. Входная и выходные характеристики транзистора приведены на рис. 17 и 18.

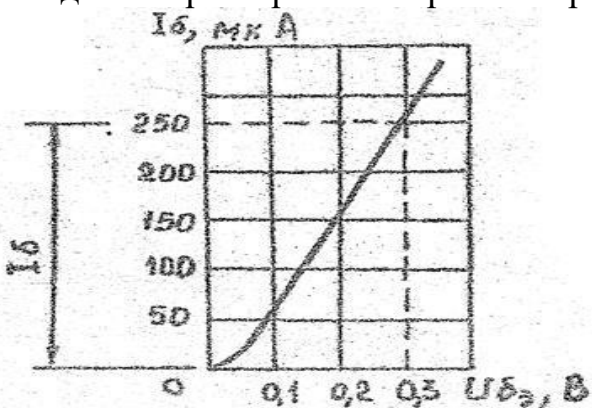


Рис 17

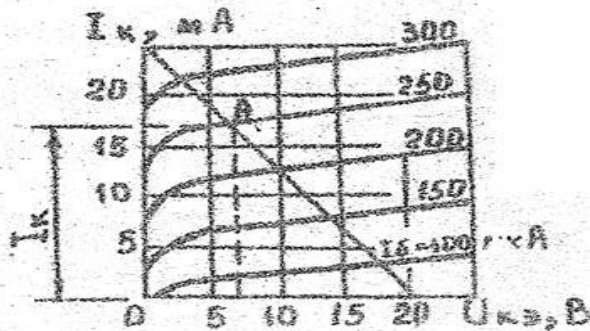


Рис 18

Решение 1

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

Пример 3. Мощность на коллекторе транзистора $P_k = 6 Вт$, напряжение на коллекторе $U_{кз} = 30В$, напряжение питания $E_k = 40 В$. Используя входную (рис. 19) и выходные (рис 20) характеристики, определить ток базы I_b , напряжение смещения на базе $U_{бэ}$, ток коллектора I_k , коэффициент усиления $h_{21э}$ и сопротивление нагрузки R_k

Решение 1.

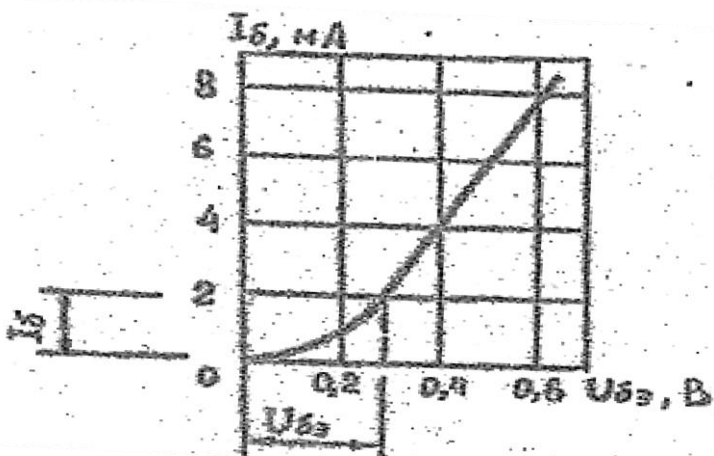


Рис 19

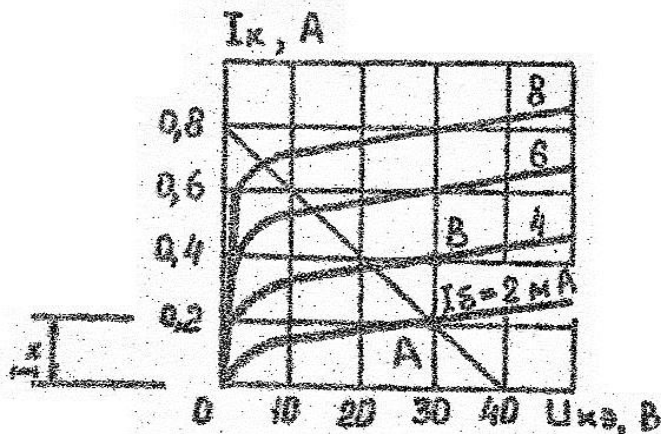


Рис20

1. Определим ток коллектора I_k :

$$I_k = P_k/U_{кз} = 6/30 = 0,2 А.$$
2. Находим на выходных характеристиках точку А, соответствующую точке $I_k = 0,2 А$ и $U_{кз} = 30В$. Из рис. 30 видно, что точка А лежит на характеристике для $I_b = 2 мА$.
3. Соединяем прямой точку А и точку на оси абсцисс, соответствующую $E_k = 40 В$. На пе-

ресечении прямой с осью ординат получим точку $I_{к1} = 0,8$ А.

4. Определяем R_k :

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

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

$$\Delta I_k = AB = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ А} = 200 \text{ мА};$$

$$\Delta I_б = AB = 4 - 2 = 2 \text{ мА.}$$

6. Определяем коэффициент усиления транзистора:

$$h_{21э} = \Delta I_k/I_б = 200/2 = 100.$$

7. Находим по входной характеристике напряжение смещения на базе для

$$I_б = 2 \text{ мА} \quad U_{бэ} = 0,28 \text{ В.}$$

Контрольная работа

Задачи 1...10 К источнику постоянного тока с помощью проводов сопротивлением $R_{\text{д}}$ подключены потребители электрической энергии (рис 13). Определить эквивалентное сопротивление цепи и показания приборов, включённых в цепь. Данные для расчёта 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_6 , Ом	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	8	2	4	10	1,25	$I_3 = 3,5 \text{ A}$
2	6	7	6	20	4	1,2	$P_1 = 24 \text{ Вт}$
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	$I_4 = 0,5 \text{ A}$
6	15	30	60	2	10	2,0	$P_{\text{д}} = 12,5 \text{ Вт}$
7	2	3	8	18	6	1,0	$U_3 = 36 \text{ В}$
8	2	10	24	2	4	1,2	$I_5 = 3 \text{ A}$
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, приведённому 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_4	P_1
	6 А	50 В	2 А	5 А	1,2 А	240 Вт	18 В	14,4 Вт	20 В	100 Вт
Определить	U_{AB}	I_3	U_{AB}	U_4	U_{AB}	U_4	I_1	U_{AB}	I_4	U_4

Задачи 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 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	
21	3	8	2	4	10	$U_{AB} = 50 \text{ В}$
22	6	7	10	20	4	$U_{AC} = 30 \text{ В}$
33	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	$P_3 = 30 \text{ Вт}$
29	20	3	2	4	42	$P_4 = 42 \text{ Вт}$
30	56	2	3	5	72	$P_{\text{общ}} = 729 \text{ Вт}$

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 цепи 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 расчёта приведены в таблице 7.

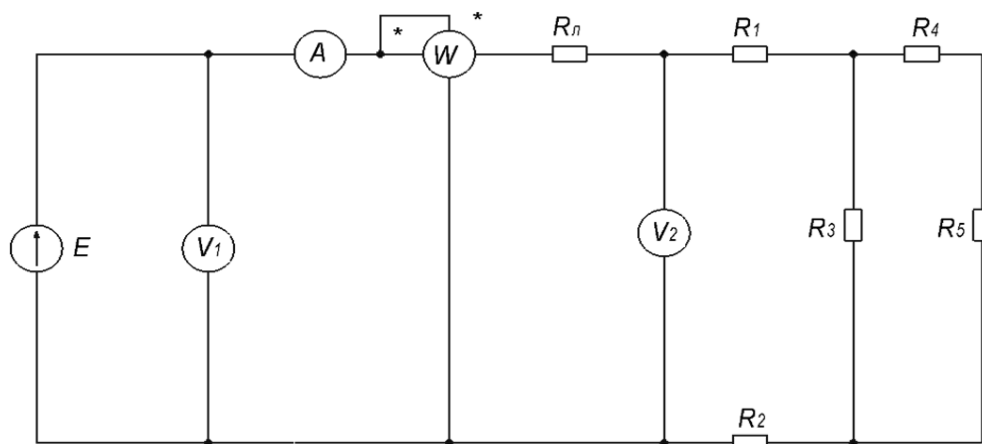


Рис. 13

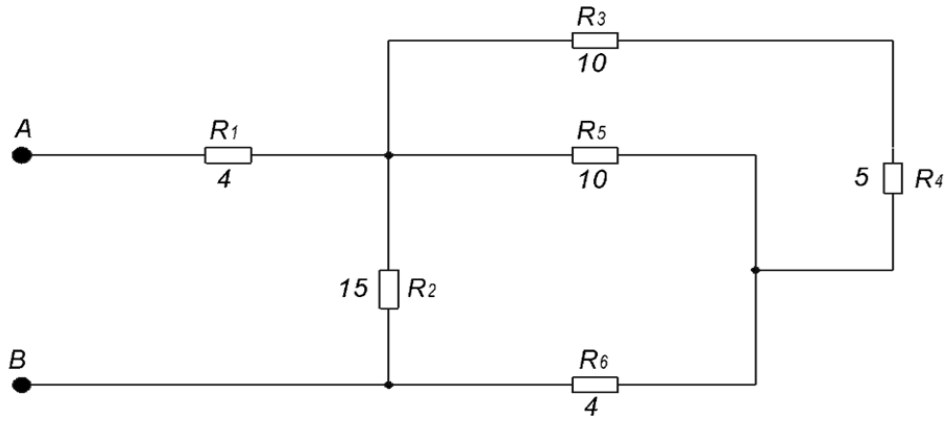


Рис. 14

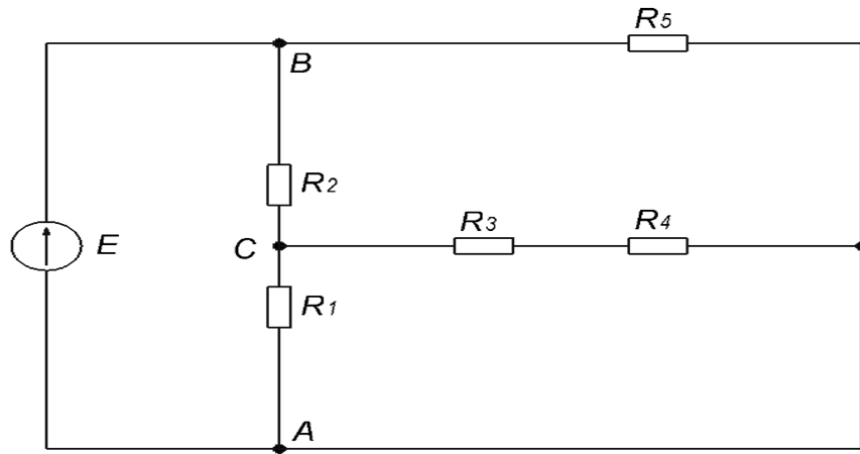


Рис. 15

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

Номер задачи	Исходные данные						
	Номер рисунка	$U_1, В$	$U_2, В$	$U_3, В$	$U_4, В$	$U_5, В$	$I, А$
41	16	20	20	10	20	40	5
42	17	10	20	8	6	-	1
43	18	60	48	24	-	-	3
44	16	16	2	12	6	10	2
45	19	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

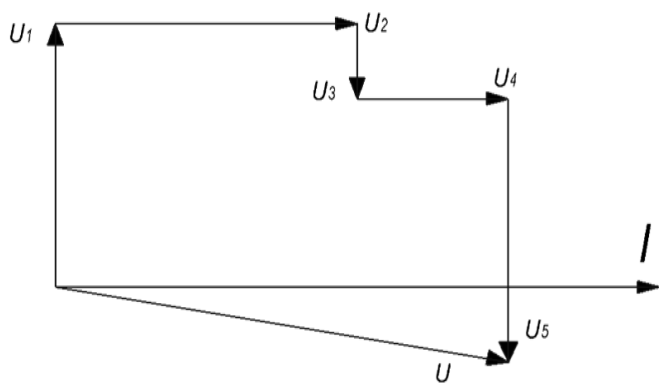


Рис.16

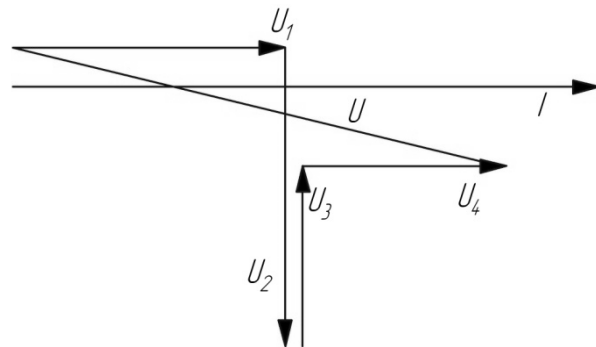


Рис.17

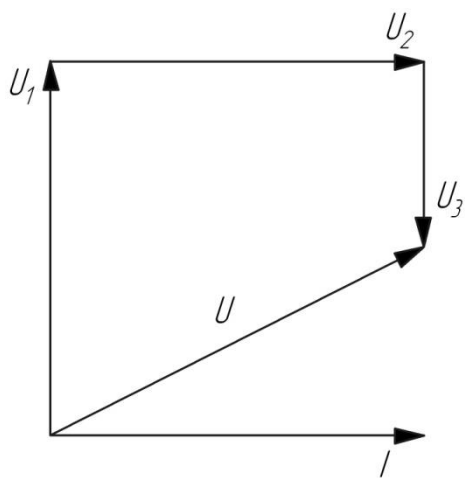


Рис.18

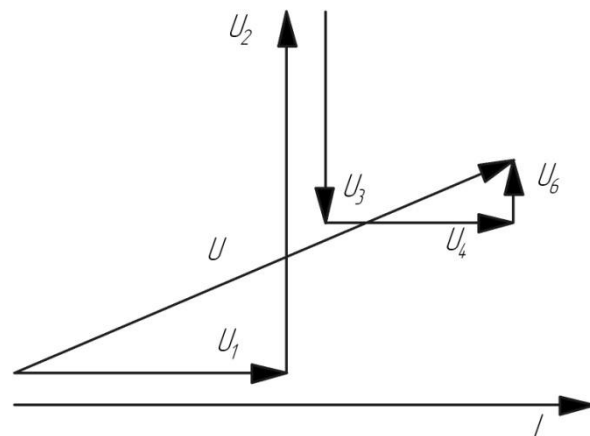


Рис.19

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	30	30	45	50	60
C, мкФ	220	25	75	20	10	140	20	10	50	25
φ, 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

Таблица 9

Исходные данные	Номер задач									
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
U, 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}	380	380	380	660	220	220	127	220	660	220

Задачи 61...90. Рабочая машина (агрегат, установка, рабочий механизм) приводится в движение с помощью передаточного устройства трёхфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Двигатель питается от сети с линейным напряжением $U_{ном} = 360$ В при частоте $f_1 = 50$ Гц.

По заданным в таблице 11 потребляемой мощности на валу рабочей машины и виду передаточного устройства определить расчётную 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. Расчётная мощность, кВт, электродвигателя

$$P_{расч.} = \frac{P_M}{\eta_n}$$

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 расчётной мощности выбрать из таблицы 13 ближайший по мощности (но не менее расчётной) электродвигатель.

Таблица 11

Номер задачи	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
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	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
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	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
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	Плоскоременная	0,95..0,96
2	Клиноременная	0,96
3	Зубчато-ременная	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 трёхфазного тока с короткозамкнутым ротором серии АИР

Таблица 13

Тип двигателя	$P_{\text{НОМ}}$, кВт	n_2 , об/мин	$\eta_{\text{НОМ}}$	$\cos\varphi_{\text{НОМ}}$	$k_I = I_p/I_{\text{НОМ}}$	$k_{\text{П}} = M_{\text{П}}/M_{\text{НОМ}}$	$k_{\text{М}} = M_{\text{МАХ}}/M_{\text{НОМ}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
АИР63А2УЗ	0,37	2750	0,70	0,86	4,5	2,0	2,2
АИР71В2УЗ	1,1	2810	0,775	0,87	5,5	2,0	2,2
АИР80В2УЗ	2,2	2850	0,83	0,87	6,5	2,1	2,6
АИР90L2УЗ	3,0	2840	0,845	0,87	6,5	2,1	2,5
АИР100L2УЗ	5,5	2880	0,875	0,91	7,5	2,0	2,5
АИР112М2УЗ	7,5	2900	0,875	0,88	7,5	2,0	2,8
АИР132М2УЗ	11,0	2900	0,88	0,90	7,5	1,7	2,8
АИР50М2УЗ	90,0	2960	0,92	0,90	7,5	1,2	2,5
АИР80В4УЗ	1,5	1415	0,77	0,83	5,0	2,0	2,2
АИР112М4УЗ	5,5	1445	0,855	0,85	7,0	2,0	2,2
АИР160S4УЗ	15,0	1465	0,885	0,88	7,0	1,4	2,3
АИР100L6УЗ	2,2	950	0,81	0,73	5,0	2,0	2,2
АИР132М6УЗ	11,0	870	0,855	0,81	6,5	2,0	2,5
АИР169S6УЗ	7,5	975	0,875	0,86	6,0	1,2	2,0
АИР160М6УЗ	15,0	970	0,86	0,87	6,0	1,2	2,0
АИР180М6УЗ	18,0	975	0,88	0,87	5,0	1,2	2,0
АИР280М6УЗ	90,0	985	0,92	0,89	5,5	1,4	2,2
АИР90L2СУ1	3,0	2840	0,845	0,88	6,5	2,0	2,2
АИР100 L2СУ1	5,5	2880	0,875	0,91	7,5	2,0	2,2
АИР132М2СУ1	11,0	2900	0,88	0,90	7,5	1,6	2,2
АИР80В4СУ1	1,5	1400	0,77	0,85	5,0	2,0	2,2
АИР90L4СУ1	2,2	1420	0,80	0,85	6,0	2,0	2,2
АИР100L4СУ1	4,0	1420	0,84	0,85	6,5	2,0	2,5
АИР132S4СУ1	7,5	1450	0,875	0,86	7,5	2,0	2,2
АИР132М4СУ1	11,0	1450	0,875	0,87	7,5	2,0	2,2
АИРР160S4СУ	15,0	1465	0,875	0,87	7,5	2,0	2,2
АИР100L64СУ1	2,2	920	0,81	0,73	5,5	2,0	2,2
АИР112МА6СУ	3,0	950	0,81	0,76	6,0	2,0	2,2
АИР 132М6СУ	7,5	960	0,855	0,81	7,0	2,0	2,2
АИР160S6СУ	11,0	975	0,855	0,83	7,0	2,0	2,2
АИР160М6СУ	15,0	975	0,875	0,83	7,0	2,0	2,2
АИР180М6СУ	18,5	970	0,87	0,80	6,5	2,0	2,2

Задачи 91- 120.

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

Таблица 14

№ п/п	Вопрос
91	Описать строение полупроводников привести их электрические свойства, пояснить физический смысл прохождения электрического тока в полупроводниках.
92	Объяснить смысл электронной и дырочной электропроводности полупроводников, объяснить влияние примесей на их проводимость.
93	Объяснить механизм электропроводности собственных и примесных полупроводников.
94	Привести структурную схему электронно-дырочного перехода и объяснить физические процессы, протекающие в нём при прямом и обратном-включении.
95	Изобразить структурную схему полупроводникового диода и с её помощью объяснить одностороннюю проводимость диодов. Привести условное графическое обозначение диодов на электрических схемах.
96	Описать устройство полупроводниковых диодов, и принцип выпрямления ими переменных токов.
97	Начертить вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и описать все участки этой характеристики. Привести примеры маркировки полупроводниковых диодов.
98	Привести схемы последовательного и параллельного соединения полупроводниковых диодов; пояснить назначение этих схем. Объяснить назначение и правила выбора величин шунтирующих и добавочных сопротивлений.
99	Описать особенности работы, вольт-амперную характеристику и области применения полупроводниковых стабилитронов. Привести условное графическое обозначение и примеры маркировки стабилитронов.
100	Объяснить устройство, принцип работы и области применения биполярных транзисторов.
101	Изобразить входные и выходные вольт-амперные характеристики биполярного транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером. Пояснить порядок получения указанных характеристик и применения для определения основных параметров транзистора.
102	Описать устройство полевых транзисторов, принцип их работы области применения. Привести условные графические обозначения и примеры маркировки полевых транзисторов.
103	Начертить схему усилителя на транзисторе с общим эмиттером и объяснить назначение каждого элемента схемы. Пояснить работу схемы эмиттерной температурной стабилизации при уменьшении температуры окружающей среды.
104	Используя входную и выходные характеристики транзистора, описать его работу в усилительном режиме.
105	Изобразить схему каскада усилителя напряжения низкой частоты с цепочкой $R_3 C_3$ эмиттерной температурой стабилизации. Каково назначение элементов схемы? Изменится ли режим транзистора по постоянному току в случае обрыва конденсатора C_3 .

106	Объяснить правила построения линии нагрузки и выбора на ней рабочей точки для транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером.
107	Объяснить работу транзистора в ключевом режиме как бесконтактного переключающего устройства.
108	Объяснить устройство, принцип работы и вольт-амперные характеристики тиристора. Привести условное обозначение тиристорov и примеры маркировки и область применения.
109	Описать устройство, принцип действия и области применения электронно-лучевых трубок с электростатическим отклонением луча.
110	Описать устройство, принцип работы и области применения фоторезисторов.
111	Привести условное обозначение фотодиодов и описать их устройство, принцип работы и области применения.
112	Начертить условное обозначение фототранзистора, описать устройство, принцип работы и области применения.
113	Объяснить устройство и принцип работы светодиодов. Начертить условное обозначение и указать области применения фотодиодов.
114	Объяснить устройство оптрона и принцип его работы. Начертить условное обозначение оптрона, указать область применения.
115	Привести классификацию и объяснить назначение выпрямителей переменного тока. Рассказать о составных частях выпрямителя.
116	Начертить схему и объяснить принцип действия, индуктивно-ёмкостного фильтра.
117	Опишите основные требования, предъявляемые к сглаживающим фильтрам. Приведите простейшие схемы, которые можно использовать в качестве сглаживающих фильтров, и поясните как они работают.
118	Начертить схему транзисторного сглаживающего фильтра, объяснить назначение элементов схемы и принцип сглаживания пульсаций.
119	Начертить схему параметрического стабилизатора напряжения. Объяснить принцип его работы, достоинства и недостатки.
120	Начертить схему компенсационного стабилизатора напряжения на транзисторе и пояснить принцип его работы.

Задачи 121 ... 130.

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

Задачи 131 ... 140

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 табл. 16.

Параметры диодов приведены в табл. 20.

Таблица 15

№ задачи	Тип диода	P_n Вт	$U_n, В$
121	Д 210	60	300
122	Д303	300	100
123	Д214 Б	400	40
124	Д242	800	80
125	Д244	500	50
126	Д205	300	300
127	Д224А	600	40
128	Д222	400	200
129	Д218	200	400
130	243 Б	600	150

Таблица 16

№ задачи	Тип диода	$U_n, В$
131	Д218	300
132	Д7 Г	80
133	Д244	20
134	Д226	200
135	Д222	160
135	Д233 Б	150
137	Д214 Б	50
138	Д 244А	30
139	Д205	100
140	215	120

Задачи 141...150.

Трёхфазный выпрямитель, собранный на трёх диодах, должен питать потребитель постоянным током. Мощность потребителя P_n при напряжении U_n . Для схемы выпрямителя следует выбрать один из трёх типов полупроводниковых диодов, заданных в табл. 17.

Пояснить, на основании чего сделан набор и начертить схему выпрямителя. Параметры диодов взять из табл. 20.

Задачи 151...160

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

Таблица 17

№ задачи	Тип диода	P_n , Вт	U_n , В
141	Д224 Д207 Д214Б	90	30
142	Д215А Д234 Б Д218	100	400
143	Д244А Д7 Г Д210	60	80
144	Д232 КД202 Н Д222	900	150
145	Д 304 Д244 Д226	200	40
146	Д305 Д302 Д222	100	40
147	Д243 А Д233 Б Д217	600	200
148	КД202 А Д215Б Д205	150	150
149	Д231 Б Д242 А Д221	400	80
150	Д242 Д226 А Д224А	500	20

Таблица 18

№ задачи	Тип диода	P_n , Вт	U_n , В
151	Д217	40	250
152	Д215 Б	150	50
153	Д304	100	50
154	Д232 Б	200	200
155	Д205	60	100
156	Д233	300	200
157	Д209	20	100
158	Д244А	200	30
159	Д226	30	150
160	КД202 А	40	10

Задачи 161...170.

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 табл. 19, а параметры диодов – в табл. 20.

Таблица 19

Номер	Тип	P_n , Вт	U_n , В	Номер	Тип	P_n , Вт	U_n , В
161	Д218	150	300	166	Д214	300	40
	Д222				Д215Б		
	Д232Б				Д224А		
162	Д221	100	40	167	Д205	100	150
	Д214Б				Д217		
	Д244				Д302		
163	Д7Г	50	100	168	Д243А	40	250
	Д209				Д211		
	Д304				Д226А		
164	Д242Б	120	20	169	Д214А	500	100
	Д224				Д243		
	Д226				КД202Н		
165	Д215	700	50	170	Д303	250	20
	Д242А				Д243Б		
	Д210				Д224		

Технические данные полупроводниковых диодов

Таблица 20

Тип диода	I _{доп} , А	U _{обр} , В	Тип диода	I _{доп} , А	U _{обр} , 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 171...180.

Для транзистора включённого по схеме с общим эмиттером заданы напряжения на базе $U_{бэ}$, напряжение на коллекторе $U_{кэ}$ и напряжения источника питания E_k . Определить используя входную и выходные характеристики ток коллектора I_k коэффициент усиления $h_{21э}$ сопротивление нагрузки R_k и мощность на коллекторе P_k . Данные для соей задачи взять из табл 21

Таблица 21

Номер задачи	Номер рисунка	U _{бэ} , В	U _{кэ} , В	E _к , В
171	30, 31	0,4	20	40
172	32,33	0,2	15	40
173	34, 35	0,2	20	40
174	36,37	0,25	10	40
175	38,39	0,2	15	40
176	40,41	0,25	10	20
177	42, 43	0,3	5	20
178	44, 45	0,3	20	40
179	46, 47	0,3	15	40
180	48,49	0,25	10	20

Задачи 181...190.

Ток коллектора, транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, равен I_k . Используя входную и выходные характеристики, определить коэффициент усиления $h_{21Э}$, сопротивление нагрузки R_k и мощность на коллекторе P_k , если дано напряжение на базе $U_{бэ}$ и напряжение источника питания E_k . Данные из своей задачи взять из таблицы 22.

Таблица 22

Номер задачи	Номер рисунка	I_k , А	$U_{бэ}$, В	E_k , В
181	30, 31	0,2	0,3	40
182	32,33	0,3	0,2	40
183	34, 35	0,2	0,15	40
184	36,37	0,8	0,2	40
185	38,39	25	0,15	40
186	40,41	1,0	0,25	20
187	42, 43	70	0,3	20
188	44, 45	2,5	0,3	40
189	46, 47	20	0,3	40
190	48, 49	12	0,25	20

Задачи 191...200. По входной и выходным характеристикам транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером, определить напряжение смещения на базе, коэффициент усиления $h_{21Э}$ и мощность на коллекторе P_k , при напряжении на коллекторе $U_{кэ}$ и токе базы I_b . Какое при этом надо выбрать сопротивление нагрузки R_k , если напряжение источника питания E_k ?

Данные из своей задачи взять из таблицы 23.

Таблица 23

Номер задачи	Номер рисунка	$U_{кэ}$, В	I_b , А	E_k , В
191	30, 31	15	4	40
192	32,33	25	2	40
193	34, 35	15	6	40
194	36,37	30	10	40
195	38,39	15	0,6	40
196	40,41	7,5	20	20
197	42, 43	5	1,5	20
198	44, 45	10	90	40
199	46, 47	20	300	40
200	48, 49	5	200	20

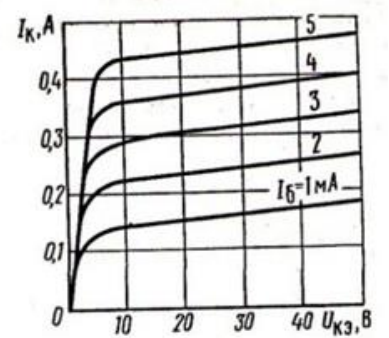
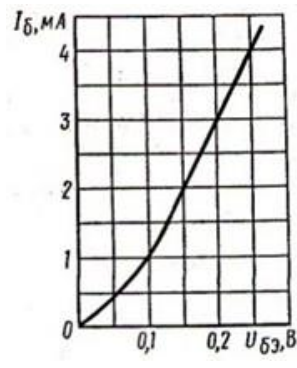
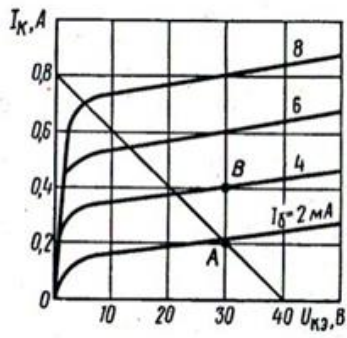
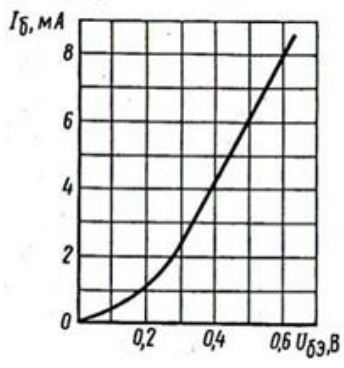


Рис.30 - 31

Рис.32 - 33

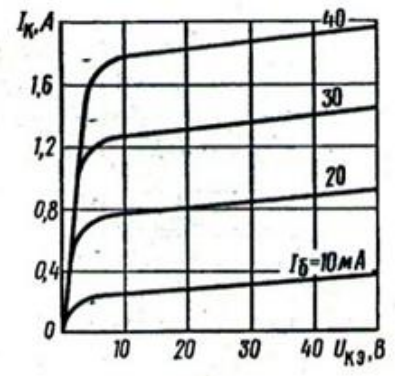
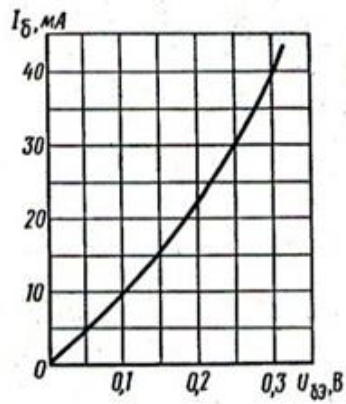
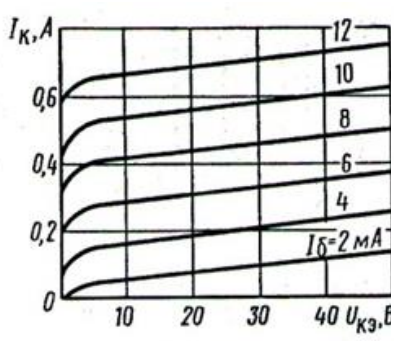
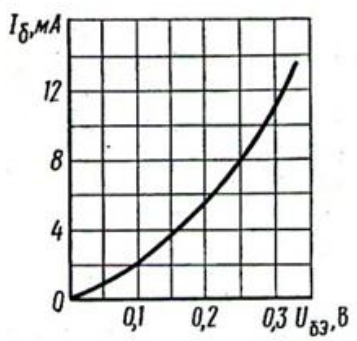


Рис.34 - 35

Рис.36- 37

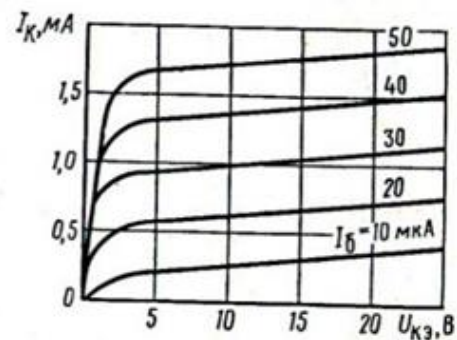
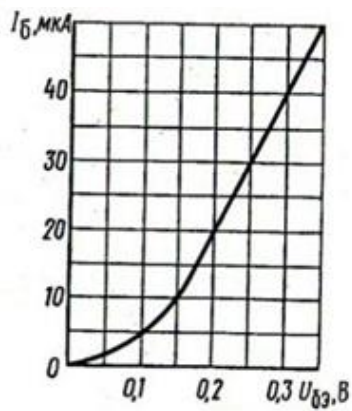
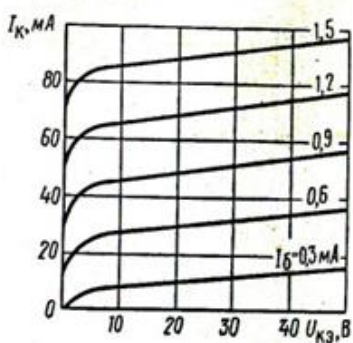
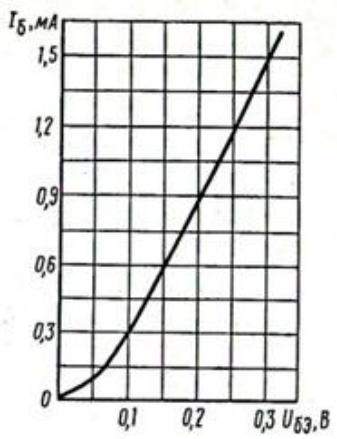


Рис.38 - 39

Рис.40- 41

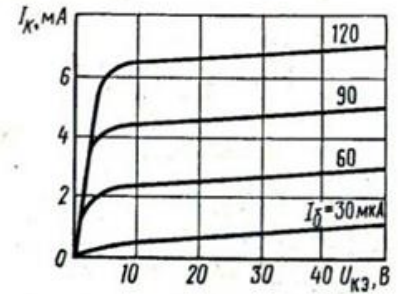
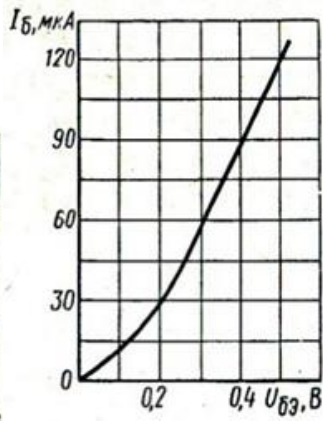
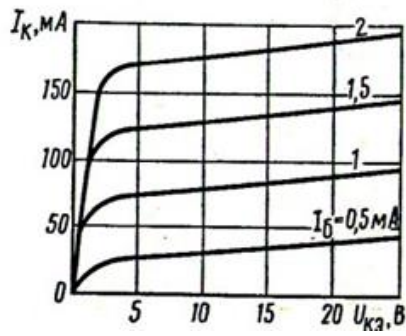
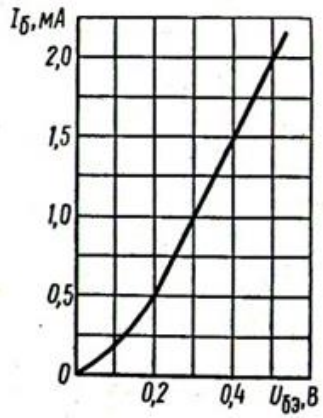


Рис.42 - 43

Рис.44 - 45

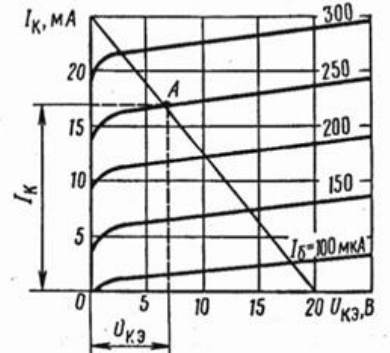
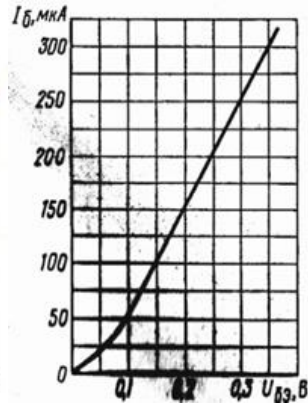
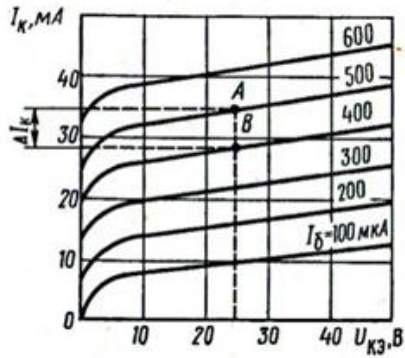
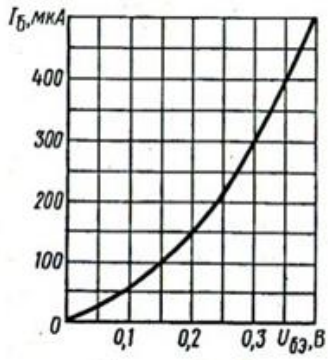


Рис.46 - 47

Рис.48 - 49