Учреждение образования

«Жировичский государственный аграрно-технический колледж»

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |



**ОСНОВЫ АВТОМАТИКИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по выполнению контрольных заданий для учащихся заочной формы получения образования по специальности

5-04-0812-03 Эксплуатация энергетического оборудования в сельском хозяйстве

Жировичи, 2024

Методические рекомендации разработаны на основе примерной учебной программы по учебному предмету «Основы автоматики».

Разработчик: Борисик М.А., преподаватель.

Методические рекомендацииобсуждены и одобрены на заседании цикловой комиссии преподавателей электротехнических предметов

Протокол № 2 от 15 октября 2024г

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А.Борисик

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Список использованных источников ……………………………... | 4 |
| 2. Задания для домашних контрольных работ ………………………. | 5 |
| 2.1. Вопросы контрольной работы………………………………… | 5 |
| 2.2. Задачи контрольных работ ………………..…………………… | 12 |
| 2.3. Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы…………………………………………………………………… | 21 |
| 3. Методические рекомендации по выполнению и оформлению домашней контрольной работы………………………………………... | 22 |
| 3.1. Оформлению домашней контрольной работы……………….... | 22 |
| 3.2. Примеры решения задач………………………………………… | 23 |
| Приложение | 33 |

* 1. **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Основная литература

1. Шандриков А.С. Основы автоматики в энергетическом обеспечении сельскохозяйственного производства. Минск: РИПО, 2022 - 296 с
2. Колесов Л. В. Основы автоматики. М., Колос. 1984 - 288 с.

Дополнительная литература

1. Бохан Н.И.. Фурунжиев Р. И. Основы автоматики и микропроцес­сорной тех­ники. Мн., Ураджай. 1987 - 376 с.
2. Справочное пособие. Элементы и устройства сельскохозяйствен­ной автома­тики. Под ред. Бохана Н.И. Мн., Ураджай. 1989-238 с.
3. Харченко В. М. Основы электроники. Мн., Ураджай, 1983.
4. Киблицкий В. А. Системы управления с бесконтактными логичес­кими элемен­тами. М., Энергия, 1976.
5. Бородин И.Ф. Технические средства автоматики. М.. Колос, 1982.
6. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Основы автоматики и автоматизации производ­ственных процессов. М.. Колос, 1977 - 328 с.
7. Справочник по интегральным схемам. Под ред. Тарабрина Б.В. -М.: 1985.
8. Автоматическое регулирование. Под ред. Иващенко Н.Н. М., Ма­шиностроение, 1978.

**2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Контрольная работа составлена по 100-вариантной системе. Номер варианта определяется двумя последними цифрами шифра.

В каждом варианте три вопроса и три задачи, которые охва­тывают всю программу предмета.

Выполненная работа высылается в колледж для проверки в сроки, указанные в графике.

При решении задач рекомендуется:

1. все исходные данные (величины) выражать в единицах СИ;
2. исходные формулы привести в удобную для расчетов форму;
3. для достижения необходимой точности и облегчения вычислений пользоваться микрокалькулятором;
4. при оформлении работы тщательно проверить по тексту правиль­ность терминологии и единиц СИ, установленных действующими ГОСТами.

**2.1. Вопросы контрольной работы**

Таблица 1

| **Номер варианта** | **Номер вопроса**  |  | **Номер варианта** | **Номер вопроса**  |  | **Номер варианта** | **Номер вопроса**  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **00** | 33; 67; 100 |  | **34** | 15; 34; 71 |  | **68** | 23; 52; 89 |
| **01** | 12; 38; 70 |  | **35** | 7; 57; 90 |  | **69** | 5; 61; 94 |
| **02** | 16; 37; 68 |  | **36** | 28; 45; 79 |  | **70** | 9; 59; 92 |
| **03** | 19; 47; 80 |  | **37** | 31; 63; 95 |  | **71** | 28; 49; 75 |
| **04** | 1; 43; 84 |  | **38** | 17; 42; 75 |  | **72** | 11; 42; 80 |
| **05** | 14; 39; 67 |  | **39** | 2; 55; 84 |  | **73** | 21; 40; 67 |
| **06** | 32; 56; 97 |  | **40** | 6; 52; 85 |  | **74** | 12; 34; 72 |
| **07** | 1; 58; 91 |  | **41** | 7; 62; 100 |  | **75** | 13; 41; 76 |
| **08** | 27; 48; 77 |  | **42** | 4; 55; 96 |  | **76** | 26; 56; 88 |
| **09** | 13; 36; 70 |  | **43** | 11; 66; 83 |  | **77** | 8; 64; 86 |
| **10** | 32; 63; 93 |  | **44** | 12; 45; 74 |  | **78** | 30; 56; 93 |
| **11** | 3; 59; 87 |  | **45** | 25; 48; 81 |  | **79** | 18; 44; 73 |
| **12** | 16; 38; 68 |  | **46** | 8; 59; 91 |  | **80** | 1; 53; 86 |
| **13** | 22; 46; 76 |  | **47** | 30; 62; 96 |  | **81** | 32; 65; 95 |
| **14** | 8; 53; 88 |  | **48** | 21; 57; 74 |  | **82** | 19; 60; 94 |
| **15** | 29; 50; 83 |  | **49** | 5; 60; 94 |  | **83** | 33; 65; 97 |
| **16** | 20; 51; 86 |  | **50** | 24; 45; 81 |  | **84** | 23; 51; 92 |
| **17** | 4; 53; 83 |  | **51** | 17; 42; 78 |  | **85** | 16; 50; 83 |
| **18** | 15; 40; 82 |  | **52** | 9; 35; 69 |  | **86** | 6; 54; 85 |
| **19** | 23; 44; 87 |  | **53** | 31; 64; 98 |  | **87** | 20; 43; 75 |
| **20** | 10; 34; 72 |  | **54** | 18; 49; 81 |  | **88** | 3; 57; 89 |
| **21** | 26; 49; 79 |  | **55** | 31; 65; 95 |  | **89** | 19; 34; 68 |
| **22** | 20; 41; 73 |  | **56** | 3; 54; 20 |  | **90** | 14; 41; 77 |
| **23** | 13; 58; 82 |  | **57** | 33; 63; 96 |  | **91** | 21; 46; 87 |
| **24** | 2; 60; 97 |  | **58** | 11; 39; 69 |  | **92** | 22; 44; 73 |
| **25** | 22; 46; 77 |  | **59** | 9; 64; 92 |  | **93** | 10; 35; 69 |
| **26** | 29; 61; 98 |  | **60** | 14; 37; 71 |  | **94** | 25; 50; 83 |
| **27** | 6; 62; 99 |  | **61** | 28; 52; 84 |  | **95** | 15; 36; 72 |
| **28** | 2; 58; 88 |  | **62** | 24; 40; 74 |  | **96** | 30; 66; 99 |
| **29** | 6; 48; 66 |  | **63** | 7; 66; 89 |  | **97** | 4; 54; 84 |
| **30** | 29; 48; 76 |  | **64** | 25; 47; 78 |  | **98** | 17; 39; 71 |
| **31** | 5; 61; 93 |  | **65** | 4; 55; 90 |  | **99** | 27; 47; 78 |
| **32** | 10; 36; 67 |  | **66** | 18; 35; 79 |  |  |  |
| **33** | 27; 50; 80 |  | **67** | 24; 43; 82 |  |  |  |

1. Изобразите структурную схему автоматической системы управле­ния (АСУ), в которой управление осуществляется по разомкну­тому циклу. Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы.
2. Изобразите структурную схему АСУ, в которой управление осу­ществляется по замкнутому циклу. Укажите преимущества замк­нутой системы по сравнению с разомкнутой.
3. Изобразите схему АСУ, построенной по принципу отклонения. Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы. При­ведите примеры.
4. Изобразите схему АСУ, построенную по принципу компенсации возмущений. Объясните назначение и взаимодействие элементов
5. Начертите схему АСУ, построенную по комбинированному принци­пу. Объясните назначение и взаимодействие элементов схемы. Приведите примеры.
6. Перечислите элементы автоматических систем, их назначение, характеристики и параметры.
7. Объясните термин "обратная связь". Приведите примеры глаз­ных, местных, положительных, отрицательных, жестких, гибких обратных связей.
8. Приведите классификацию автоматических систем по характеру изменения управляемой величины. Укажите области применения стабилизирующих, программных и следящих систем.
9. Опишите сущность статического регулирования и объясните термины "статическая ошибка", "зона нечувствительности".
10. Опишите сущность астатического регулирования и укажите его
 преимущества по сравнению со статическим регулированием.
11. Приведите классификацию автоматических систем по способу передачи и преобразования управляющего воздействия. Укажите на принципиальное отличие непрерывных и дискретных систем. Отчет иллюстрируйте диаграммами регулирующих воздействий.
12. Опишите классификацию электрических датчиков по принципу действия. Укажите преимущества и недостатки генераторных и параметрических датчиков.
13. Объясните принцип действия и устройство контактного датчи­ка. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Иллюстрируйте ответ эскизами одностороннего и двухсторонне­го датчиков.
14. Объясните принцип действия и устройство потенциометрического датчика с кольцевым каркасом. Укажите достоинства, недос­татки и область применения. Ответ иллюстрируйте схемой уст­ройства датчика.
15. Объясните принцип действия и устройство угольного датчика. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте эскизом и графиком статической характеристики датчика.
16. Объясните принцип действия и устройство тензометрического датчика. Укажите достоинства, недостатки и область примене­ния. Ответ иллюстрируйте эскизом и графиком статической ха­рактеристики.
17. Объясните принцип действия и устройство индуктивного датчи­ка с подвижным якорем. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте схемой устройства и графиком статической характеристики.
18. Объясните принцип действия и устройство трансформаторного датчика угла поворота. Укажите достоинства недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте схемой устройства датчика.
19. Объясните принцип действия и устройство емкостных датчиков. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте схемами устройства емкостных датчиков.
20. Объясните принцип действия и устройство фоторезистора. Ука­жите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте графиками и вольт-амперной и световой харак­теристиками.
21. Объясните принцип действия и устройство фотоэлементов с внешним фотоэффектом.
22. Объясните принцип действия фотодиода. Области применения. Сравните чувствительность фотодиода и фоторезистора.
23. Объясните принцип действия и устройство фототранзистора. Сравните чувствительность фототранзистора и фотодиода. Схе­ма устройства.
24. Опишите принцип действия и устройство манометрических дат­чиков температуры, приведите их схемы и укажите достоинс­тва, недостатки и область применения.
25. Опишите принцип действия и устройство биметаллических дат­чиков температуры, приведите их схемы и укажите достоинс­тва, недостатки и область применения.
26. Опишите принцип действия и устройство дилатометрических датчиков температуры, приведите их схемы и укажите достоин­ства, недостатки и область применения.
27. Опишите принцип действия и устройство полупроводникового терморезистора. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюстрируйте графиком температурной ха­рактеристики.
28. Опишите принцип действия и устройство позистора. Укажите достоинства, недостатки и область применения. Ответ иллюст­рируйте графиком температурной характеристики.
29. Изобразите упрощенную схему мембранного датчика уровня сы­пучих материалов. Укажите достоинства, недостатки и область применения.
30. Опишите устройство и принцип действия тахогенератора. Дос­тоинства, недостатки, область применения. Ответ иллюстри­руйте схемой устройства.
31. Объясните назначение усилителей в устройствах автоматики, приведите их классификацию и сравните основные типы усили­телей по значениям коэффициента усиления и быстродействию.
32. Изобразите схему однотактного магнитного усилителя. Объясните прин­цип усиления и график характеристики управления.
33. Изобразите схему магнитного усилителя с внешней обратной связью и объясните, как такие устройства можно использовать в качестве бесконтактных реле.
34. Изобразите схему двухтактного дифференциального магнит­ного усилителя, приведите характеристику управления и ука­жите преимущества по сравнению с однотактным магнитным усилителем.
35. Опишите классы гидравлических усилителей. Начертите несколько схем гидроусилителей. Объясните принцип их работы. Применение та­ких усилителей в сельском хозяйстве.
36. Начертите схемы транзисторных реле с параллельной обратной связью по напряжению и с, последовательной обратной связью по току. Опишите их работу и укажите их назначение.
37. Изобразите схему феррорезонансного стабилизатора напряже­ния, объясните принцип действия. Ответ иллюстрируйте графи­ком выходного напряжения.
38. Начертите схему компенсационного стабилизатора и опишите его работу. Назначение стабилизатора.
39. Перечислите и объясните основные параметры реле автоматики и приведите классификацию реле по времени срабатывания.
40. Изобразите схему электромагнитного нейтрального реле посто­янного тока. Объясните принцип действия и укажите правила выбора реле. Укажите, чем отличается реле переменного тока от реле постоянного тока. Назначение короткозамкнутого вит­ка.
41. Опишите принцип действия и устройство поляризованного реле постоянного тока и объясните, чем отличаются двухпозиционные реле от трехпозиционных.
42. Объясните принцип действия и укажите область применения ша­говых искателей прямого действия.
43. Изобразите принципиальную схему программного реле. Объясни­те принцип действия и укажите область применения.
44. Опишите принцип действия и устройство герконового реле с магнитоуправляемыми контактами и объясните их преимущества перед обычными контактными реле.
45. Приведите схемы конструкций и опишите работу муфт сухого и вязкого трения.
46. Объясните, как выполняется аналитическая запись структуры и условий работы схем. Ответ иллюстрируйте схемами с исполь­зованием графических и буквенных символов.
47. Объясните сущность логической функции НЕ и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элемен­тов.
48. Объясните сущность логической функции И и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элементов.
49. Объясните сущность логической функции ИЛИ и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элемен­тов.
50. Объясните сущность логической функции ИЛИ-НЕ и приведите схемы ее реализации с помощью, контактных и бесконтактных элементов.
51. Объясните сущность логической функции ЗАДЕРЖКА и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элементов.
52. Объясните сущность логической функции ЗАПРЕТ и приведите
схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных
элементов.
53. Объясните сущность логической функции ИМПЛИКАЦИЯ и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элементов.
54. Объясните сущность логической функции РАВНОЗНАЧНОСТЬ и при­ведите схемы ее реализации с помощью контактных и бескон­тактных элементов.
55. Объясните сущность логической функции НЕРАВНОЗНАЧНОСТЬ и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бес­контактных элементов.
56. Объясните сущность логической функции И-НЕ и приведите схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элемен­тов.
57. Объясните сущность логической функции ПОВТОРЕНИЕ и приведи­те схемы ее реализации с помощью контактных и бесконтактных элементов.
58. Объясните на конкретном примере сущность минимизации релей­ных схем.
59. Опишите серию микросхем К 155. Начертите принципиальную схему основного функционального элемента серии и объясните ее работу.
60. Покажите на примере преобразование релейной контактной схе­мы в бесконтактную.
61. Опишите, что представляют собой статические и динамические характеристики объектов управления и где они применяются?
62. Объясните термин "аккумулирующая способность регулируемого объекта". Приведите примеры нескольких сельскохозяйственных объектов, обладающих свойством аккумулирования.
63. Объясните термин "самовыравнивание регулируемого объекта". Приведите примеры нескольких сельскохозяйственных объектов, обладающих свойством выравнивания.
64. Объясните термин "'переходное запаздывание", "время разгона", "постоянная времени объекта". Объясните, как определя­ется время "передаточного и переходного запаздывания, посто­янная времени и коэффициент самовыравнивания регулируемых объектов в переходных процессах.
65. Приведите классификацию автоматических регуляторов и укажи­те тип регуляторов, применяемых в сельскохозяйственной ав­томатике.
66. Опишите основные свойства пропорциональных регуляторов АСР, укажите их особенности и область применения.
67. Опишите основные свойства интегральных регуляторов АСР, ука­жите их особенности и область применения.
68. Опишите основные свойства пропорционально-интегральных ре­гуляторов и укажите область их применения.
69. Опишите основные свойства пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов и укажите область их применения.
70. Сущность преобразования Лапласа. Различие между операторной и операционной записью дифференциальных уравнений. Динамические свойства систем автоматического управления. Понятие передаточной функции.
71. Укажите статические свойства систем автоматического управления. По­нятие передаточного коэффициента и статической ошибки.
72. Опишите способы получения статических характеристик.
73. Типовые динамические звенья. Усилительное (безынерционное) звено, математическое описание динамических свойств звена, графики характеристик, примеры таких звеньев.
74. Апериодическое звено первого порядка. Дайте математическое описание динамических свойств звена, приведите его характе­ристики, назовите примеры такие звеньев.
75. Дифференцирующее звено: математическое описание динамичес­ких свойств, графики характеристик, пример таких звеньев.
76. Интегрирующее звено: математическое описание динамических свойств, графики характеристик, пример таких звеньев.
77. Колебательное звено: математическое описание динамических
свойств, графики характеристик, примеры таких звеньев.
78. Запаздывающее звено: математическое описание динамических свойств, графики характеристик, примеры таких звеньев.
79. Дайте понятие алгоритмической структурной схемы. Виды схем и их эквивалентное преобразование.
80. Раскройте сущность понятия об устойчивости автоматических систем.
81. Охарактеризуйте алгебраические критерии устойчивости автоматических сис­тем.
82. Охарактеризуйте критерий Гурвица для систем первого, второ­го, третьего и четвертого порядка.
83. Охарактеризуйте частотные критерии устойчивости автоматических систем. Оха­рактеризуйте критерий Михайлова
84. Охарактеризуйте критерий Найквиста для оценки устойчивости автоматической системы управления.
85. Дайте понятие запаса устойчивости системы автоматического управления по амплитуде и по фазе.
86. Объясните показатели качества переходных процессов управле­ния в автоматических системах.
87. Поясните сущность метода В.В. Солодовникова для построения кривых переходного процесса управления в автоматических системах.
88. Дайте понятие о коррекции автоматических систем.
89. Поясните анализ свойств нелинейных автоматических систем управления.
90. Перечислите существующие методы телемеханики и объясните сущность каждого из них.
91. Дайте понятие "сообщение" и "информация".
92. Опишите временной способ разделения сигналов телемеханики.
93. Опишите частотный способ разделения сигналов телемеханики.
94. Поясните способы кодирования в телемеханике.
95. Перечислите системы телеизмерения и объясните сущность каж­дой из них.
96. Охарактеризуйте линии связи систем телемеханики.
97. Основные понятия надежности, дать определения.
98. Перечислите пути повышения надежности.
99. Охарактеризуйте основные показатели экономической эффективности автоматиза­ции производства; дайте определения.
100. Охарактеризуйте годовые эксплуатационные расходы: расчетная формула, а также расчетные формулы для всех затрат, учитываемых годовыми эксплуатационными издержками с пояснением величин, входящих в формулы.
	1. **Задачи контрольной работы**

**Задача 1**

1. **Варианты 00-24.** Определите индуктивность и силу тока индуктивного датчика. Постройте график рабочей части выходной характеристики датчика. Частоту тока примите равной 50 Гц. Данные взять из табл. 2.

Исходные данные к задаче 1 (варианты 00-24)

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант**  | **Напряжение питания U, В** | **Число витков, n** | **Площадь сечения магнито-провода****F, мм2** | **Длина воздушного зазора δ, мм** |
| **δ1** | **δ2** | **δ3** | **δ4** | **δ5** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  | 220 | 11000 | 160 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 220 | 12000 | 200 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 4.0 |
|  | 36 | 1000 | 120 | 0.5 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 6.0 |
|  | 24 | 800 | 100 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 |
|  | 24 | 900 | 100 | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 5.0 |
|  | 36 | 2000 | 100 | 0.5 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 |
|  | 220 | 7500 | 150 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 6.0 |
|  | 220 | 10500 | 130 | 0.6 | 1.5 | 2.4 | 3.7 | 5.2 |
|  | 220 | 10000 | 170 | 0.8 | 1.5 | 2.7 | 4.2 | 6.5 |
|  | 24 | 1000 | 120 | 1.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 9.0 |
|  | 36 | 1000 | 160 | 0.6 | 1.2 | 2.4 | 3.6 | 6.0 |
|  | 220 | 14000 | 200 | 0.7 | 1.6 | 2.8 | 4.5 | 8.0 |
|  | 24 | 950 | 120 | 0.4 | 1.2 | 2.4 | 4.8 | 7.2 |
|  | 24 | 850 | 100 | 0.2 | 0.5 | 1.5 | 2.5 | 3.0 |
|  | 36 | 6000 | 130 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|  | 24 | 600 | 90 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 36 | 1200 | 100 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 4.0 |
|  | 24 | 750 | 100 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 220 | 13000 | 250 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 |
|  | 24 | 900 | 100 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 7.0 | 10 |
|  | 24 | 800 | 110 | 0.5 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 |
|  | 36 | 1000 | 140 | 0.5 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 10 |
|  | 220 | 10000 | 100 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 2.0 |
|  | 220 | 9000 | 150 | 0.8 | 1.0 | 1.2 | 2.0 | 4.0 |
|  | 220 | 8000 | 150 | 0.6 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 |

1. **Варианты 25-49.** Определите емкость и чувствительность емкостного плоского датчика и постройте график зависимости силы тока датчика от расстояния между его пластинами. Напряжение датчика – 220 В. Данные взять из табл. 3

Исходные данные к задаче 1 (варианты 25-49)

Таблица 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Диэлектри- ческая проницае- мость среды, ε** | **Площадь пластин конден-сатора, F см2** | **Частота тока f , кГц** | **Расстояние между пластинами δ,мм** |
| **δ1** | **δ2** | **δ3** | **δ4** | **δ5** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  | 2.7 | 210 | 500 | 0.2 | 0.8 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 2.0 | 130 | 200 | 0.4 | 1.2 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 1.0 | 110 | 100 | 0.3 | 0.7 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 1.0 | 100 | 50 | 0,2 | 0,6 | 1.0 | 2.0 | 3.0 |
|  | 1.0 | 120 | 150 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|  | 2.5 | 110 | 200 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 2.1 | 90 | 300 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|  | 1.0 | 110 | 350 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
|  | 2.7 | 150 | 400 | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 2.1 | 120 | 450 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 3.2 | 4.0 |
|  | 2.5 | 100 | 500 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 2.4 | 3.0 |
|  | 1.0 | 100 | 250 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 1.0 | 130 | 160 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 1.0 | 150 | 250 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 2.1 | 100 | 320 | 0.6 | 1.2 | 1.8 | 2.4 | 3.0 |
|  | 2.7 | 130 | 130 | 0.7 | 1.4 | 2.1 | 2.8 | 3.5 |
|  | 1.0 | 90 | 400 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 |
|  | 1.0 | 100 | 500 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
|  | 1.0 | 100 | 100 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 1.6 | 2.0 |
|  | 2.1 | 120 | 400 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 2.7 | 150 | 300 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 |
|  | 1.0 | 200 | 500 | 0.5 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 2.5 | 180 | 400 | 0.6 | 1.0 | 1.3 | 2.4 | 3.0 |
|  | 1.0 | 160 | 300 | 0.8 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
|  | 2.0 | 140 | 500 | 0.7 | 1.4 | 1.8 | 2.5 | 3.0 |

3) **Варианты 50 – 74.** Рассчитайте потенциометрический датчик с прямоугольным каркасом для измерения линейных перемещений. Определить диаметр и длину провода намотки и витковую погрешность. Данные взять из таблицы 4.

Исходные данные к задаче 1 (50 – 74)

Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Напряжение питания U, B** | **Сила тока****I, А** | **Длина намотки****LН, мм** | **Материал провода** |
|  | 18 | 0,25 | 30 | Константан |
|  | 18 | 0,15 | 25 | Константан |
|  | 18 | 0,3 | 40 | Константан |
|  | 6 | 0,3 | 30 | Манганин |
|  | 6 | 0,25 | 25 | Манганин |
|  | 6 | 0,4 | 20 | Константан |
|  | 6 | 0,2 | 30 | Константан |
|  | 10 | 0,08 | 20 | Манганин |
|  | 10 | 0,1 | 25 | Манганин |
|  | 10 | 0,15 | 30 | Манганин |
|  | 10 | 0,2 | 40 | Манганин |
|  | 24 | 0,1 | 40 | Манганин |
|  | 24 | 0,08 | 30 | Манганин |
|  | 24 | 0,09 | 25 | Константан |
|  | 24 | 0,24 | 30 | Константан |
|  | 12 | 0,12 | 30 | Константан |
|  | 12 | 0,24 | 25 | Константан |
|  | 6,3 | 0,1 | 30 | Манганин |
|  | 6,3 | 0,08 | 20 | Манганин |
|  | 6,3 | 0,2 | 35 | Манганин |
|  | 12 | 0,1 | 30 | Манганин |
|  | 12 | 0,09 | 25 | Манганин |
|  | 12 | 0,08 | 30 | Манганин |
|  | 12 | 0,07 | 25 | Манганин |
|  | 18 | 0,2 | 25 | Константан |

Указание. Удельное электрическое сопротивление константана примите равным 0,5·10-6 Ом⋅м, манганина – 0,4·10-6 Ом⋅м.

 4) **Варианты 75-99.** Постройте график температурной характеристики терморезистора в интервале температур 293-373оК, а также определите чувствительность терморезистора и температурный коэффициент при заданной температуре. Данные взять из табл.5.

Исходные данные к задаче I (варианты 75-99)

Таблица 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Тип терморезистора** | **Сопротивление терморезистора при температуре 293оК R293, кОм** | **Отношение****R293 /R373** | **Заданная температура****ТВ, оК** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | ММТ-1 | 50 | 8 | 333 |
|  | ММТ-1 | 20 | 18 | 343 |
|  | ММТ-1 | 30 | 20 | 353 |
|  | ММТ-1 | 60 | 22 | 323 |
|  | ММТ-1 | 80 | 24 | 333 |
|  | ММТ-1 | 120 | 25 | 323 |
|  | ММТ-4 | 15 | 8 | 333 |
|  | ММТ-4 | 12 | 5 | 333 |
|  | ММТ-4 | 9 | 6 | 323 |
|  | ММТ-4 | 35 | 7 | 343 |
|  | ММТ-4 | 60 | 8 | 343 |
|  | КМТ-4 | 100 | 18 | 333 |
|  | КМТ-4 | 200 | 30 | 353 |
|  | КМТ-4 | 300 | 28 | 323 |
|  | КМТ-4 | 400 | 25 | 323 |
|  | КМТ-4 | 500 | 20 | 333 |
|  | КМТ-10 | 600 | 35 | 323 |
|  | КМТ-10 | 700 | 40 | 323 |
|  | КМТ-10 | 800 | 35 | 343 |
|  | КМТ-10 | 900 | 40 | 343 |
|  | ММТ-1 | 4 | 8 | 333 |
|  | ММТ-1 | 20 | 7 | 323 |
|  | ММТ-1 | 6 | 6 | 343 |
|  | ММТ-1 | 100 | 5 | 353 |
|  | ММТ-1 | 40 | 6 | 323 |

**Задача 2**

1. Пользуясь таблицей 6, начертите схему, соответствующую заданной структурной формуле, упростите ее и вычертите упрощенную схему в контактном варианте.
2. По заданной формуле вычертите схему на бесконтактных логических элементах.

Исходные данные к задаче 2 (варианты 00-99)

Таблица 6

| **Вариант** | **Структурная формула** |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  +b |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  +b |
|  |  |

**Задача 3**

1. **Варианты 00-33.** Постройте амплитудную, фазовую и амплитудно-фазовую характеристики динамического звена. Исходные данные в табл.7

Исходные данные к задаче 3 (варианты 00-33)

Таблица 7

| **Вариант** | **Передаточная****функция звена** | **Вариант** | **Передаточная****функция звена** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | W(p) = 10/(1 + 0,5p) |  | W(p) = 3p – 1 |
|  | W(p) = 10/(2p + 3) |  | W(p) = 20/(1 + 10p) |
|  | W(p) = 0,5p + 1 |  | W(p) = 10/p2 |
|  | W(p) = 0,1/p2 |  | W(p) = 100/(1 + 0,5p) |
|  | W(p) = 2/(4p – 1) |  | W(p) = 10p - 5 |
|  | W(p) = 30p/(2p + 1) |  | W(p) = 2p/(1 + 2p) |
|  | W(p) = 5/p |  | W(p) = 10/(1 + 0,5p) |
|  | W(p) = 1/(80p + 100) |  | W(p) = 10/(2p + 3) |
|  | W(p) = 1/(1 + 0,5p) |  | W(p) = 0,5p + 1 |
|  | W(p) = 5p – 1(5p + 1) |  | W(p) = 0,1/p2 |
|  | W(p) = 2p + 1/(2p – 1) |  | W(p) = 100/(1 + 0,5p) |
|  | W(p) = 1/(1 + 2p) |  | W(p) = 10p - 5 |
|  | W(p) = 2p - 1 |  | W(p) = 4/(0,25p – 1) |
|  | W(p) = 0,01/p2 |  | W(p) = (0,5p + 1)/(0,5p – 1)  |
|  | W(p) = 100/(1 + 0,5p) |  | W(p) = 10p/(1 + 2p) |
|  | W(p) = 10p - 5 |  | W(p) = (10p +1)/(10p – 1) |
|  | W(p) = 2p/(1 + 2p) |  | W(p) = p/(1 + p) |

1. **Варианты 34 - 65.** По заданному характеристическому уравнению определите устойчивость АСУ по критериям Гурвица и Михайлова. Уравнения и метод определения устойчивости указаны в табл.8

Исходные данные к задаче 3 (варианты 34-65)

Таблица 8

| **Вариант** | **Характеристическое уравнение АСУ** | **Критерий устойчивости** |
| --- | --- | --- |
|  | 0,003p4 + 0,337p3 + 3,85p2 + 611p +75 = 0 | Гурвица |
|  | 5p3 + 2p2 - 3p +1 = 0 | Михайлова |
|  | p2 + p2 + 2p + 1 = 0 | Михайлова |
|  | 3p3 + 2p2 + p +1 = 0 | Михайлова |
|  | 4p3 + 3p +1+0,5 = 0 | Михайлова |
|  | p3 + 2p2 + 8p +5 = 0 | Михайлова |
|  | 5p3 + 2p2 + 5p +4 = 0 | Гурвица |
|  | p4 + 16p3 + 32p2 + 10p +5 = 0 | Гурвица |
|  | 10p3 + 2p2 + 4p +7 = 0 | Гурвица |
|  | 0,001p3 + 0,25p2 + 1,8p +245 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 10p2 + p +2 = 0 | Михайлова |
|  | 5p3 + 0,1p2 + 2p +10 = 0 | Михайлова |
|  | 2p3 + p2 + p +1 = 0 | Михайлова |
|  | 10p3 + 5p2 + p +10 = 0 | Михайлова |
|  | 3p4 + 7p3 + 4p2 + 2p +1 = 0 | Гурвица |
|  | 0,08p4 + 0,9p3 + 25p2 + 75 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 28,8p2 + 645p + 2870 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 1,48p2 + 4,6p + 4 = 0 | Михайлова |
|  | 2p4 + 5p3 + 10p2 + p +4 = 0 | Михайлова |
|  | 5p3 + 2p2 - 3p +1 = 0 | Михайлова |
|  | p2 + p2 + 2p + 1 = 0 | Михайлова |
|  | 3p3 + 2p2 + p +1 = 0 | Михайлова |
|  | 4p3 + 3p +1 + 20 = 0 | Михайлова |
|  | p3 + 2p2 + 8p +5 = 0 | Гурвица |
|  | 5p3 + 2p2 + 5p +4 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 28,8p2 + 645p + 2870 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 37p2 + 836p + 14155 = 0 | Гурвица |
|  | 5p3 + 2p2 + 3p +1 = 0 | Гурвица |
|  | 4p3 + p2 + 3p + 10 = 0 | Гурвица |
|  | 5p3 + 0,1p2 + p +20 = 0 | Гурвица |
|  | p3 + 10p2 + p + 2 = 0 | Гурвица |
|  | 0,0015p3 + 0,25p2 + 1,8p +245 = 0 | Гурвица |

1. **Варианты 66-99**. Пользуясь техническими данными малогабаритных реле, выберите реле, удовлетворяющие условиям, указанным в таблице 9.

Исходные данные к задаче 3 (варианты 66-99)

Таблица 9

| **Вариант** | **Напряжение питания, U В** | **Количество и тип контактов, г** | **Ток нагрузки,****I А** | **Режим работы** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 30 | 2п | 3 | продолжительный |
|  | 60 | 1п | 2 | импульсный |
|  | 12 | 1п | 1 | продолжительный |
|  | 15 | 2п | 1 | импульсный |
|  | 20 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 48 | 2п | 3 | продолжительный |
|  | 24 | 1п | 1 | импульсный |
|  | 36 | 2п | 2 | импульсный |
|  | 60 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 24 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 30 | 1п | 2 | импульсный |
|  | 60 | 1п | 3 | продолжительный |
|  | 12 | 2п | 1 | импульсный |
|  | 15 | 2п | 1 | продолжительный |
|  | 20 | 1п | 3 | импульсный |
|  | 48 | 2п | 3 | импульсный |
|  | 110 | 2п | 3 | продолжительный |
|  | 110 | 1п | 2 | импульсный |
|  | 80 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 50 | 1п | 3 | импульсный |
|  | 60 | 2п | 3 | продолжительный |
|  | 24 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 30 | 1п | 1 | импульсный |
|  | 60 | 1п | 2 | продолжительный |
|  | 12 | 2п | 2 | импульсный |
|  | 15 | 1п | 1 | продолжительный |
|  | 20 | 2п | 3 | продолжительный |
|  | 48 | 1п | 1 | импульсный |
|  | 24 | 2п | 3 | импульсный |
|  | 24 | 2п | 1 | продолжительный |
|  | 36 | 2п | 2 | продолжительный |
|  | 60 | 1п | 1 | продолжительный |
|  | 60 | 1п | 2 | импульсный |
|  | 24 | 2п | 3 | импульсный |

**2.3. Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы**

Работа зачтена при условии, что она сделана в полном объёме, в соответствии с заданием. Практические задания решены верно, ход решения пояснён. Работа аккуратно оформлена, приведён список использованных источников. Работа может быть зачтена, если она содержит единичные несущественные ошибки:

* описки и неточности, не искажающие суть ответа, отсутствие выводов по заданиям;
* арифметические ошибки в решении задачи, не приводящие к неверному результату;
* неверно употребляются научные термины, единицы измерения.

Работа не может быть зачтена если:

* выполнено менее 75%;
* не раскрыто содержание заданий;
* для решения задачи неправильно выбрана формула и допущены грубые ошибки в расчётах;
* не приведены схемы электрических цепей;
* не построены потенциальная, векторные или топографическая диаграммы;
* отсутствует решение хотя бы одной задачи.

Контрольная работа, выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по заданному варианту, рецензированию не подлежит и возвращается учащемуся с указанием причин возврата.

 **3. Методические рекомендации по выполнению**

**и оформлению домашней контрольной работы**

**3.1. Оформлению домашней контрольной работы**

Домашняя контрольная работа проводится с целью текущего контроля за самостоятельной деятельностью учащихся заочной формы обучения и её координации в межсессионный период. Контрольная работа выполняется самостоятельно после изучения материала предмета. Вариант контрольных работ состоит из практических заданий. Номера заданий определяются по двум последним цифрам шифра. Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописным или машинописным способами, с использованием компьютера и принтера.

Домашняя контрольная работа выполняется рукописным способом, разборчивым почерком в объеме 12-18 листов ученической тетради синими чернилами, через строчку.

Задачи контрольной работы следует переписывать полностью с указанием номеров. В тексте можно использовать только общепринятые сокращения слов. Текстовая часть контрольной работы может быть снабжена графиками, рисунками, схемами, эскизами, диаграммами, выполненными чётко и аккуратно (допускается ксерокопия). Каждая следующая задача пишется с новой страницы.

В конце контрольной работы приводится список использованных источников, согласно положения о стандарте организации УО «Жировичский государственный аграрно-технический колледж». Если в работе используются выписки из правовых источников или другой литературы, то их заключают в кавычки, а рядом, в скобках, указывают номер источника в списке использованных источников и страницу.

Выполненная домашняя контрольная работа датируется и подписывается учащимся, оформляется титульный лист. Титульный лист контрольной работы оформляется по образцу.

Выполненная в соответствии с заданием домашняя контрольная работа, высылается в учреждение образования, обеспечивающее получение среднего специального образования, на рецензирование в сроки, установленные учебным графиком. По результатам выполненной домашней контрольной работы пишется рецензия преподавателя.

В случае возникновения затруднений, связанных с изучением премета и выполнения контрольной работы, учащиеся могут обращаться за устной консультацией в учреждение образования.

**3.2. Примеры решения задач**

**Задача 1**

**Пример решения задачи вариантов 00...24**

Расчет статической характеристики индуктивного датчика.

Дано: Напряжение U = 220 В; частота тока f = 50 Гц; число витков датчика n=10000; площадь сечения магнитопровода F = 100 мм2; значения воздушного зазора ****равны 0,5; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0 мм.

Определить индуктивность и силу тока датчика и построить график статистической характеристики I = f (**).**

Решение. Выражаем исходные величины в единицах системы СИ:

F = 100 мм2 = 100 · 10-6 м2; 1 = 0,5 **·** 10-3 м ; 2 = 2,0 **·** 10-3 м ; 3 = 3,0 **·** 10-3 м; 4 = 4,0 **·** 10-3 м ; 5 = 6,0 **·** 10-3 м ;

Индуктивность датчика

L = n2 F·/

где  - магнитная проницаемость вакуума = 4·10-7 Гн/м.

L= (10000)2 · 10-4 · 4 ·3,14∙ 10-7/· 10-3 = 4/ Гн

Получили формулу, удобную для расчетов. Подсчитаем числовые значения при заданных значениях и результаты заносим в табл.11. например, при = 4 мм, L = 3,14 Гн.

Таблица 10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **,** мм | 0,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| **L,** Гн | 25,12 | 6,28 | 4,19 | 3,14 | 2,09 |
| **Z,** кОм | 7,88 | 1,97 | 1,31 | 0,98 | 0,65 |
| **I,** А | 0,027 | 0,11 | 0,17 | 0,22 | 0,33 |

Полное сопротивление катушки датчика (пренебрегая ее активным сопротивлением):

Z = = ; Z = ;

 При f = 50 Гц Z = 3944/, Ом

где  - воздушный зазор в мм.

Числовые значения Z при заданных длинах воздушных зазоров заносим в табл. 10. Например, при = 2 мм Z = 3944/2 = 1,97 кОм.

Сила тока датчика:

R = U/Z = U/3944, А

Например, при = 4 мм I = 220·4/3944 = 0,233 А

По данным таблицы 10 вычерчиваем график *I=f(δ)*статической характеристики датчика.

**Пример решения задачи вариантов 25…49**

Расчет характеристики емкостного плоского датчика.

Дано: диэлектрическая проницаемость среды =1; площадь пластин конденсатора F = 100 см2; напряжение питания U = 220 В; частота тока f = 220 кГц; расстояние между пластинами  = 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 мм.

Определить емкость и чувствительность датчика и построить график зависимости силы тока датчика от расстояния между пластинами.

Решение.

1. Выразим исходные величины в единицах системы СИ:

F = 100 см2 = 100·10-4 м2 = 1 ·10-2 м2

f = 200 кГц = 200 · 103 Гц = 2 ·105 Гц

1 = 0,5·10-3 м; 2 = 1,0 · 10-3 м; 3 = 1,5 · 10-3 м; 4 = 2,0 · 10-3 м; 5 = 3,0 · 10-3 м

Емкость плоского конденсатора С =  Ф,

где - диэлектрическая проницаемость вакуума = 8,85 · 10-12 Ф/м

 - диэлектрическая проницаемость среды, безразмерная величина, равная для воздуха 1; воды – 81; бумаги – 2,5; нефтепродуктов -2...2,1 ; резины – 2,7;

*F*- площадь пластинки конденсатора, м2;

- расстояние между пластинками, м;

1. Преобразуем формулу емкости в удобную для расчетов форму.

С1 = 8,85·10-12·1·10-2/·10-3 = 8,85·10-11/ Ф

3. Вычисляем емкость конденсатора при заданных значениях

С1 = 8,85·10-11/1= 8,85·10-11/0,5=17,7·10-11 Ф

Аналогично получим:

С2 = 8,85·10-11 Ф

С3 = 5,9·10-11 Ф

С4 = 4,4·10-11 Ф

С5 = 3·10-11 Ф

4. Подсчитываем значения емкостного сопотивления датчика

Х= 1/= 1·10-11/2·3,14·2·105∙*С* = 79618/*С* = 79,62/*С*, кОм

Поэтому Х1 = 1/= 79,62/17,7 = 4,5 кОм

Аналогично получим

Х2 = 9 кОм;

Х3 = 13,5 кОм;

Х4 = 18,1 кОм;

Х5 = 27 кОм;

5.Определяем силу тока датчиков при заданных значениях

I = U/X1 = 220/4,59·103 = 0,0489 = 48,9 мА

Аналогично получим I2 = 24,4 мА; I3 = 16,3 мА; I4 = 12,1 мА; I4 = 8,1 мА;

6. По данным расчета вычерчиваем график зависимости

*I=f(δ)*

7. Чувствительность датчика

S = 2 ,

Выражая величины в единицах СИ, получим:

S = 1∙8,85·10-2/2 = 8,85·10-14/2, Ф/м

Пользуясь этой зависимостью, можно вычислить чувствительность датчика при заданных значениях. Например, при 2 = 1·10-3 м, S = 8,85·10-3 Ф/м

**Пример решения задач вариантов 50…74**

Расчет потенциометрических датчиков с прямоугольным каркасом производят на основании следующих зависимостей:

диаметр провода обмотки , мм

где *I* – числовое значение силы тока потенциометра, А;

 *i* – числовое значение допустимой плотности электрического тока в обмотке (применяется 10 А/мм2 = 10⋅106 А/м2).

Полное сопротивление обмотки

*R = U/I*, Ом

Число витков при заданной длине намотки

*W = LH/d*

где LH – числовое значение заданной длины намотки, мм.

Длина провода обмотки

Lп = 

где  - удельное электрическое сопротивление провода, Ом⋅м.

Длина одного витка



Размеры каркаса: толщина *а>4d*, ширина 

Витковая погрешность



**Рассчитать потенциометрический датчик с прямоугольным кар­касом.**

Исходные данные: LH = 20мм; I = 80мА; U = 10В; *i* = 10А/мм2; материал провода - манганин,  = 0,4 ⋅10-6 Ом⋅м.

Решение. Приступая к решению примера, следует иметь в ви­ду, что для снижения вероятности ошибки при расчетах ГОСТ 8.417-81 рекомендует все величины выражать в единицах СИ (а не в кратных или дольных от них), заменяя приставки степенями числа 10, и только в конечный результат подставлять кратные или дольные единицы.

Согласно этому требованию запишем исходные данные в единицах СИ:

LH = 20⋅10-3 м; I = 80⋅10-3 А; i = 10⋅106 A/м2.

Пользуясь вышеуказанными формулами, производим необходимые вычисления.

Диаметр провода



Обратите внимание на то, что обозначение единиц согласно ГОСТ 8.417-81 надо помещать не только в конце окончательного результата, но и после всех промежуточных вычислений.

Полное сопротивление потенциометра

R = U/I = 10/(80⋅10-3) = 125 Ом

Число витков обмотки потенциометра

W = LH/d = 20⋅10-3/10-4 = 200

Длина провода обмотки

LП =  = 3,14·(10-4)2·125/(4·0,4·10-6) = 2,45 м

Длина одного витка

= 2,45/200 = 0,0122м = 12,2 мм.

Размеры каркаса:

-толщина *а* > 4d, следовательно а > 4·10-4 м,

принимаем *а* = 5·10-4 м= 0,5 мм;

-ширина *b* = *l*-2*а*/2= 0,0122 - 2·5·10-4/2 = 0,0056 м, принимаем b = 6 мм.

Витковая погрешность

= 0,5·125/200 = 0,31 Ом/вит, что допустимо (доп ≤ 0,4 Ом/вит.)

**Пример решения задач вариантов 75…99**

Расчет температурной характеристики терморезистора.

Дано: тип терморезистора ММТ-1; сопротивление терморезисто­ра при 293° К R293= 10 кОм; отношение R293/ R373 = 8.

Построить график температурной характеристики терморезисто­ра в интервале температур 293 - 373°К, а также определить чувс­твительность и температурный коэффициент терморезистора при тем­пературе Т = 333°К.

Решение:

1. Определяем постоянную материала терморезистор

2. Пользуясь формулой

RT = R293 e(В/Т – В/293)

и задавая значения температуры 293, 313, 333, 353, 373оК, находим соответствующие значения RТ.

Например, при Т = 333оК.

= 8,526-9,69

R333=10 е =10е(8,526 – 9,69) = 10е-1,16 = 3,1 кОм.

Результаты вычислений заносим в таблицу 10.

Таблица 10

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Т, оК | 293 | 313 | 333 | 353 | 373 |
| RT, кОм | 10 | 5,4 | 3,1 | 1,9 | 1,2 |

1. По данным таблицы 10 строим график зависимости RT = f(T) (см.[1],рис.19, в)
2. Температурный коэффициент терморезистора при 333оК

= - В/Т2 = -2839,2/3232 = -0,026оК-1

1. Чувствительность терморезистора при температуре 333оК

S = · R333 =-0,026·3,1·103 = -80,6 Ом·К-1

Высокая чувствительность позволяет с помощью терморезисторов фиксировать колебания температуры в тысячные доли градуса.

**Примеры решения задачи 2**

Пример решения задачи вариантов 00...99

1. Начертите схему соответствующую заданной структурной формуле, упростите ее и вычертите схему в контактном варианте

F =

*Рис.6. Расчетная схема*

*c*

*d*

*e*

*a*

*e*

*d*

*F*

*c*

*b*

*d*

*b*

*a*

Для решения пользуемся законами алгебры логики и следствиями из них.

Раскрывая скобки

F = 

Выражение =0 (при последовательном соединении замыкающего и размыкающего контактов, принадлежащих одному реле, цепь всегда разомкнута).

Тогда 

Группируем выражение 1 и 4, а также 2 и 3 и выносим за скобки общие множители



Выражаем  (при параллельном соединении замыкающего и размыкающего контактов одного и того же реле цепь всегда замкнута).

Тогда 

 

*Рис.2. Упрощённая схема*

*Рис.7. Упрощённая схема*

*a*

*b*

*a*

*e*

*c*

*F*

Проверяем условия работы схемы. В исходной схеме реле срабатывает при следующих условиях:

* если сработало реле А и не сработало реле С;
* если сработало реле В и не сработало реле С;
* если сработало реле А и Е.
1. По заданной формуле вычертите схему на бесконтактных логических элементах.

 Составим структурные формулы для отдельных ветвей цепи.

 F1 = 

 F2 =

 F3 = F1 + F2

 F4 = a · F3

 F5 =

 F6 =

 F7 = F2+ F6

F8 = b· F7

 F9 = F4 + F5 + F8

* 1. По этим уравнениям составим структурную логическую схему на логических элементах.
	2. Для реализации первого уравнения необходим элемент И1

 второго - НЕ1

третьего - ИЛИ1

четвертого - И2

 пятого - «запрет1»

 шестого - «запрет2»

 седьмого - ИЛИ2

 восьмого - И3

*Рис.8 Структурная схема на бесконтактных логических элементах*.

*a*

*e*

*У*

*Р*

*d*

*&*

*b*

НЕ

*&*

НЕ

*c*

НЕ

*F2*

*&*

*1*

*F1*

*F4*

*F6*

*F7*

*F5*

*F8*

*F3*

*F9*

 девятого - ИЛИ3

**Примеры решения задачи 3**

Пример решения задач вариантов 00…33

В качестве примера рассмотрим построение амплитудной, фазовой и амплитудно-фазовой характеристик апериодического звена первого порядка. Примем передаточный коэффициент k =1, а постоянную времени Т=0,5 с. Заменяя р на  в выражении  передаточной функции апериодического звена, найдем вещественную и мнимую части передаточной функции:



 

Подставив значения  и  в выражения  и , получим формулы для расчета искомых характеристик рассматриваемого звена: , .

Результаты вычислений представлены ниже, а по ним на рисунке 9 построены характеристики  и  и амплитудно-фазовая W(jw).

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *w* | **0,5** | **1,0** | **1,5** | **2,0** | **3,0** | **5,0** | **10,0** |
| *Р(w)* | 0,94 | 0,8 | 0,64 | 0,5 | 0,31 | 0,14 | 0,04 |
| *Q(w)* | -0,23 | -0,4 | -0,48 | -0,5 | -0,46 | -0,34 | -0,19 |
|  | 0,98 | 0,89 | 0,8 | 0,7 | 0,56 | 0,37 | 0,21 |
|  | -14о | -27о | -37о | -45о | -56о | -68о | -79о |



*Рис. 9 Частотные характеристики апериодического звена первого порядка:*

 *а- амплитудная; б- фазовая; в- амплитудно-фазовая.*

Пример решения задач вариантов 34…65

1.Определить устойчивость АСУ, используя критерий Гурвица

а) 2p3 + 3p2 + 2p +1 = 0

Для устойчивости системы третьего порядка с управлением

ао p3 +а1p2 + а2 p +а3 = 0

Необходимо и достаточно, чтобы были положительными все коэффициенты ао>0; а1>0; а2>0; а3 > 0 и определитель второго порядка >0.

 > 0

В нашем примере: ао =2>0; а1 = 3>0; а2 = 2>0; а3 =1> 0



Вывод: оба условия соблюдаются, значит система, описываемая уравнением 2p3 + 3p2 + 2p +1 = 0, устойчива.

 б) 3p4 + 5p3 + 4p2 + 2p +1 = 0

 Для устойчивости системы четвертого порядка с уравнением

ао p4 + а1p3 + а2p2 + а3p +а4 = 0

необходимо и достаточно, чтобы были положительными все коэффициенты характеристического уравнения ао>0; а1>0; а2>0; а3>0; а4>0 и определитель третьего порядка >0.



В нашем примере:

ао = 3>0; а1= 5>0; а2 = 4>0; а3 = 2> 0; а4 = 1> 0



Вывод: оба условия соблюдаются, значит система, описываемая уравнением

3p4 + 5p3 + 4p2 + 2p +1 = 0, устойчива.

1. Определить устойчивость АСУ, используя критерий Михайлова.

2p3 + 3p2 + 2p +1 = 0

Согласно критерию Михайлова, для устойчивости системы 2-го порядка годограф вектора характеристического уравнения  при повороте против часовой стрелки должен последовательно пройти n квадрантов, начинаясь из точки, лежащей на положительной полуо­си, и нигде не обращаясь в нуль. Для построения годографа Михай­лова в характеристическом уравнении заменим p на jw и выделим вещественную и мнимую части



где  - вещественная часть

 - мнимая часть

Задаваясь значениями  от 0 до , находим значения  и ,Результаты заносим в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0 | 0,2 | 0,5 | 0,8 | 1 | 2 |  |
|  | 1 | 0,88 | 0,25 | 0,92 | -2 | -11 | - |
|  | 0 | 0,39 | 0,75 | 0,6 | 0 | -12 | - |

По данным таблицы строим годограф Михайлова.



*Рис. 10 Годограф Михайлова*

Вывод. Так как годограф построенный по характеристическо­му уравнению третьего порядка, начинаясь на положительной полуоси, проходит при своем вращении против часовой стрелки три квадранта, нигде не обращаясь в нуль, то система устойчива.

Пример решения задачи вариантов 66…99

Выбрать реле постоянного тока для продолжительной работы.

Реле должно иметь два переключающих контакта.

Контактная нагрузка 2А. Напряжение питания Uп = 24 В.

Решение.

 1. Пусть в вашем распоряжении имеются малогабаритные реле РЭС-22, РЭС-47 и РЭС-48. По справочным данным приложения 8 опре­деляем, что эти реле имеют сопротивление обмоток от 39 до 8000 Ом, коммутируют токи до 3А и имеют два и три переключающих кон­такта. Массы этих реле равны соответственно 36,8 и 15,5 г. При прочих равных показателях реле РЭС-47 самое малогабаритное. Та­ким образом выбираем реле РЭС-47.

В приложении 5 приводятся технические данные трех реле. Ка­кое же из них выбрать? Выбираем реле с большим сопротивлением обмотки. Такое реле будет потреблять меньше электроэнергии, т. е. будет экономичным, поэтому выбираем реле с паспортом РФ4.500.417, у которого сопротивление обмотки 650 Ом и ток срабатывания 23 мА.

2. Проверяем параметры выбранного реле.

Рабочий ток реле

 мА

Значение коэффициента запаса



Как показала практика, коэффициент запаса должен быть больше 1,5.



В данном случае это условие выполняется. Реле будет срабатывать надежно.

1. Определяем мощность обмотки:



что допустимо для любого режима работы реле.

При продолжительном режиме мощность обмотки не должна превышать 2 Вт., а при импульсивном - 7 Вт.

Реле постоянного тока выбирается по рабочему току, срабатывания и потребляемой мощности. Напряжение питания в каталогах обычно не указывается. Это является характерной особен­ностью выбора реле постоянного тока.

Продолжим решение примера. Поставим вопрос: можно ли вклю­чить выбранное реле на напряжение 60 В?



Реле можно эксплуатировать только в импульсном режиме, так как 7 В > Роб> 2 Вт.

Если мы хотим эксплуатировать реле в продолжительном режи­ме, то необходимо последовательно с обметкой включить добавочное сопротивление, величина которого определяется по формуле:



Выбираем резистор типа МЛТ, 1,2 кОм. мощностью 2 Вт. Реле перемещенного тока выбираем проще. Основным условием является, чтобы номинальное напряжение обмотки реле было равно напряжению питания. Кроме этого учитываются экономичность реле, наличие не­обходимых для схемы типов контактов и их токовая нагрузка.

Приложение 1

**Значение функции е- х**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| е-х | 0,905 | 0,819 | 0,714 | 0,670 | 0,607 | 0,549 | 0,497 | 0,449 | 0,407 | 0,368 |
|  | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 |
| е-х | 0,33 | 0,301 | 0,273 | 0,247 | 0,223 | 0,202 | 0,183 | 0,165 | 0,150 | 0,135 |
|  | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 1,9 | 3,0 |
| е-х | 1,22 | 0,111 | 0,100 | 0,091 | 0,082 | 0,074 | 0,067 | 0,06 | 0,055 | 0,050 |
|  | 3,1 | 3,2 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 |
| е-х | 0,045 | 0,040 | 0,037 | 0,033 | 0,030 | 0,030 | 0,027 | 0,025 | 0,022 | 0,018 |
|  | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 5,0 |
| е-х | 0,016 | 0,015 | 0,013 | 0,012 | 0,011 | 0,01 | 0,009 | 0,008 | 0,007 | 0,006 |

Приложение 2

Технические данные малогабаритных электромагнитных реле постоянного тока

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Паспорт | Сопротивление обмотки,Ом | Ток срабатывания, мА | Тип и количество контактов | Величина коммутируемого тока, А |
| ***Реле РЭС 22*** |  |  | переклю-чающих | до 2 А |
| РФ4.500.125 | 2800 | 11 |
| РФ4.500.129 | 175 | 36 |
| РФ4.500.130 | 2500 | 10,5 |
| РФ4.500.131 | 650 | 20 |
| РФ4.500.163 | 700 | 21 |
| РФ4.500.225 | 650 | 19 |
| РФ4.500.231 | 700 | 21 |
| ***Реле РЭС 47*** |  |  |  |  |
| РФ4.500.408 | 650 | 26 | 2переклю-чающих | до 3 А |
| РФ4.500.409 | 165 | 45,5 |
| РФ4.500.417 | 650 | 23 |
| РФ4.500.421 | 39 | 90 |
|  |  |  |  |  |
| ***Реле РЭС 48*** |  |  |  |  |
| РС4.590.201 | 600 | 23 | 2переклю-чающих | до 43 А |
| РС4.590.202 | 100 | 52 |
| РС4.590.203 | 350 | 30 |
| РС4.590.204 | 42 | 79,5 |
| РС4.590.205 | 8000 | 7,2 |
| РС4.590.213 | 600 | 23 |
| РС4.590.214 | 100 | 52 |
| РС4.590.215 | 350 | 30 |
| РС4.590.216 | 42 | 79,5 |