СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО КУРСА ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДОТ (формируется одним файлом по каждой дисциплине в формате .doc / .docx)

Рабочая программа учебной дисциплины **Судовая электроника и силовая преобразовательная техника** разработана для студентов 3 курса по направлению подготовки **26.05.07 Эксплуатация электроэнергетических систем кораблей.**

Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия 52, практические занятия 18, самостоятельная работа студента 67. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 и 6 семестре.

**Целью** изучения дисциплины Судовая электроника и силовая преобразовательная техника является: знакомство с основными электронными схемами судовой электроники и принципами преобразования электроэнергии силовыми устройствами.

**Задачи:**

Освоение теоретических основ судовой электроники и силовой преобразовательной техники.

 Закрепление теоретических знаний путем проведения лабораторных работ с электронными и силовыми преобразовательными устройствами.

Выполнение рассчетов маломощных и силовых электронных устройств.

Рабочая программа

Структура и перечень тем.

**Раздел 1.** **Маломощные электронные устройства**

Тема 1. Дифференциальные усилители постоянного тока

Тема 2. Логические элементы

Тема 3.Генераторы сигналов с RC связью

Тема 4. Генераторы сигналов с трансформаторной связью

**Раздел 2. Силовые выпрямители**

Тема 1. Неуправляемые и управляемые двухфазные схемы выпрямления

Тема 2. Многофазные схемы выпрямления

Тема 3. Энергетические характеристики выпрямителей

**Раздел 3. Транзисторные преобразователи напряжения**

Тема 1. Широтно-импульсные модуляторы (ШИМ)

Тема 2. Инверторы на полностью управляемых элементах

Тема 3. Инверторы с синусоидальным выходным напряжением

Тема 4. Преобразователи частоты (ПЧ)

**Раздел 4. Системы управления силовыми преобразователями**

Тема 1. Системы импульсно-фазового управления

Тема 2. Системы управления автономными инверторами и ПЧ

Преподаватели курса

Усольцев Валерий Константинович,

тел. 89146958616, usvalerij@yandex.ru

Список учебной литературы

1. <http://www.twirpx.com/file/66902/> Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи. Учеб. для вузов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1999. **−** 464 с.
2. <http://www.twirpx.com/file/11491/> Герман-Галкин С.Г. Силовая электро-ника: Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНА принт, 2002. **−** 304 с.
3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учебник. Ч.2. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. **−** 197 с.
4. <http://window.edu.ru/resource/204/64204/files/dvgtu110.pdf> Усольцев В.К. Силовая электроника: Методические указания к лабораторным работам. Ч. 1. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. - 18 с.
5. <http://window.edu.ru/resource/205/64205/files/dvgtu111.pdf> Усольцев В.К. Силовая электроника: Методические указания к лабораторным работам. Ч. 2. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. - 16 с.
6. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 768 с.: ил.

Материалы для организации самостоятельной работы студентов

1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся:

1.1. Электронный конспект лекций;

1.2. Моделирующая программа «Силовая электроника.xmcd» в ПО Mathcad;

1.3. Программа «Расчет стабилизатора напряжения. xmcd» в ПО Mathcad.

1.4. Программа «Расчет управляемого выпрямителя. xmcd» в ПО Mathcad.

2. Контроль достижений целей курса:

2.1. Тест «Логические элементы»;

2.2. Тест «Операционные усилители»

2.3. Тест «Генераторы сигналов»

2.4. Тест «Выпрямители»;

2.5. Тест «Преобразователи постоянного напряжения»

2.6. Тест «Инверторы напряжения»

3) Рекомендации по самостоятельной работе студентов;

4)Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

5) Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Контрольно-измерительные материалы (КИМ)

Это конкретные задания, которые необходимо выполнить в виде:

* письменной работы (эссе, доклад, контрольная работа, реферат, тесты)

1. Тест «Логические элементы»;
2. Тест «Операционные усилители»
3. Тест «Генераторы сигналов»
4. Тест «Выпрямители»;
5. Тест «Преобразователи постоянного напряжения»
6. Тест «Инверторы напряжения»

* Курсовая работа

Курсовая работа «Расчет управляемого выпрямителя. xmcd» в ПО Mathcad.

* компьютерный экзамен.

Вопросы для подготовки:

**Вопросы к экзамену в 5-том семестре**

1. Проводник, изолятор, полупроводник.
2. Полупроводник n – типа.
3. Полупроводник р – типа.
4. Физические явления в р-n переходе.
5. ВАХ р-n перехода.
6. Влияние температуры на ВАХ р-n перехода.
7. Выпрямительные диоды и их характеристики.
8. Стабилитрон. ВАХ и параметры стабилитрона.
9. Принцип работы биполярного транзистора.
10. Схемы замещения биполярного транзистора.
11. Уравнения для биполярного транзистора.
12. Основные схемы включения биполярного транзистора.
13. Принцип работы канального полевого транзистора. Схема замещения.
14. МОП транзистор. Характеристики МОП транзистора.
15. JGBT транзистор. Структура, характеристики и область применения.
16. Светодиод. Принцип работы и его характеристики.
17. Фоторезистор. Характеристики фоторезистора.
18. Фотодиод. Принцип работы и его характеристики.
19. Фототранзистор. Принцип работы и его характеристики.
20. Электровакуумный диод. Принцип работы и характеристики.
21. Электровакуумный триод. Принцип работы и характеристики.
22. Электровакуумный пентод. Принцип работы и характеристики.
23. Обеспечение начального режима симметричного дифференциального каскада. Стабильность начального режима.
24. Каскад усилителя постоянного тока с фиксированным током базы.
25. Каскад усилителя постоянного тока с фиксированным током эмиттера.
26. Принцип получения полупроводника n-типа. Принцип получения полупроводника р- типа.
27. Электронно-дырочный переход. Вольт - амперная характеристика р- n перехода.
28. Принцип работы биполярного транзистора, его входная и выходные характеристики.
29. Схема замещения транзистора. Определение параметров транзистора по характеристикам
30. Обеспечение начального режима каскада переменного тока с фиксированным током эмиттера.
31. Коэффициент усиления каскада переменного тока с общим эмиттером в области средних частот.
32. Работа схемы источника тока в эмиттерной цепи дифференциального усилительного каскада.
33. Дифференциальный симметричный усилительный каскад с активной нагрузкой в коллекторных цепях.
34. Дифференциальный несимметричный усилительный каскад с динамической нагрузкой в коллекторных цепях.
35. Первый и второй каскад операционного усилителя К140УД1.Задание начального режима, ограничение питания.
36. Второй каскад операционного усилителя К140УД1,его связь с усилителем мощности (создание напряжения смещения).
37. Выходной каскад операционного усилителя К140УД1. Смещение напряжения, увеличение коэффициента усиления.
38. Принцип работы усилителя постоянного тока с преобразованием сигнала. (М-ДМ усилитель).
39. Основные соотношения для последовательной обратной связи (ОС) по напряжению.
40. Нестабильность коэффициента усилителя, охваченного обратной связью.
41. Суммирующий инвертирующий усилитель на базе операционного усилителя.
42. Неинвертирующий усилитель на базе операционного усилителя.
43. Формирование заданных частотных характеристик инвертирующего усилителя на базе ОУ.
44. Резисторно - диодная схема ограничения выходного напряжения операционного усилителя.
45. Схема ограничения выходного напряжения операционного усилителя с диодным мостом.
46. Инвертирующий компаратор с положительной обратной связью.
47. Неинвертирующий компаратор с положительной обратной связью.
48. Нелинейные искажения в усилителе мощности класса А, обусловленные видом входной характеристикики и зависимостью h21 от Iк.
49. Двухтактный трансформаторный каскад класса В. Фазировка обмоток трансформатора.
50. Двухтактный эмиттерный повторитель на транзисторах разной проводимости
51. Параметрический стабилизатор напряжения. Выбор элементов по условиям работоспособности.
52. Параметрический стабилизатор. Расчет коэффициента стабилизации и выходного сопротивления.
53. КСН последовательного типа на транзисторах одинаковой проводимости. Работа схемы.
54. КСН последовательного типа на транзисторах одинаковой проводимости. Коэфф. стабилизации и выходное сопротивление.
55. Принцип импульсной стабилизации напряжения. Достоинства и недостатки импульсной стабилизации напряжения.
56. Импульсный стабилизатор напряжения. Работа схемы.
57. КСН последовательного типа на транзисторах разной проводимости. Работа схемы.
58. КСН параллельного типа. Работа схемы. Достоинства и недостатки КСН параллельного типа.
59. КСН последовательного типа на ОУ. Стабилизация напряжения.
60. КСН последовательного типа на ОУ. Ограничение выходного тока.
61. Основные логические функции: И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, исключающее ИЛИ.
62. Правило де Моргана, доказательство его справедливости.
63. Таблица соответствия. Получение СДНФ по таблице соответствия.
64. Таблица соответствия. Получение СКНФ по таблице соответствия.
65. Карта Карно (КК). Составление КК по таблице соответствия, СДНФ, СКНФ.
66. Получение минимальной ДНФ по карте Карно. Принцип построения контуров.
67. Получение минимальной КНФ по карте Карно. Принцип построения контуров.
68. Метод непосредственного упрощения СДНФ (метод Квайна).
69. Синтез комбинационных устройств в элементном базисе И, ИЛИ, НЕ.
70. Синтез комбинационных устройств в элементном базисе И-НЕ.
71. Синтез комбинационных устройств в элементном базисе ИЛИ-НЕ.
72. Транзисторный ключ. Уравнение переходного процесса.
73. Прохождение сигнала через транзисторный ключ. Формирование переднего и заднего фронтов.
74. Диодные логические элементы И, ИЛИ. Их достоинства, недостатки и сфера применения.
75. Инвертор на КМОП транзисторах. Преимущества КМОП логики.
76. Реализация элемента И-НЕ на КМОП транзисторах. Контактный эквивалент схемы.
77. Реализация элемента ИЛИ-НЕ на КМОП транзисторах. Контактный эквивалент схемы.
78. Полусумматор на элементах И-НЕ. Уравнение и варианты реализации.
79. Полный одноразрядный сумматор. Формирование результирующего переноса.
80. Суммирующее устройство последовательного действия. Принцип суммирования.
81. Суммирующее устройство параллельного действия. Принцип суммирования.
82. Принцип построения дешифратора двоичного кода в единичный.
83. Работа RS-триггера на элементах ИЛИ-НЕ. Запрещенные комбинации входных Работа RS-триггера на элементах И-НЕ. Запрещенные комбинации входных сигналов.
84. Счетный триггер (Т-триггер).Диаграммы его функционирования.
85. Функционирование универсального JK-триггера. Построение на JK-триггере D и Т-триггеров.
86. Триггер задержки (D-триггер). Диаграммы его функционирования.
87. Нереверсивный суммирующий счетчик. Диаграммы его работы.
88. Нереверсивный вычитающий счетчик. Диаграммы его работы.
89. Реверсивный счетчик с суммирующим и вычитающим входами.
90. Схема деления частоты на произвольный коэффициент.
91. Генератор периодических сигналов с использованием нелинейного преобразователя для получения синусоиды.
92. Автоколебательный мультивибратор на операционном усилителе.
93. Ждущий мультивибратор на операционном усилителе.
94. Автоколебательный мультивибратор на логических элементах.
95. Генератор управляемой частоты на операционных усилителях.
96. Однотактный блокинг-генератор в автоколебательном режиме.
97. Двухтактный блокинг-генератор в автоколебательном режиме.
98. Цепь с нулевым фазовым сдвигом (мост Вина). Амплитудная и фазовая характеристики.
99. RC-генератор на операционном усилителе с мостом Вина. Принцип возникновения автоколебаний.
100. RC-генератор на операционном усилителе с мостом Вина. Принцип стабилизации амплитуды автоколебаний.
101. Ограничитель напряжения на стабилитроне. Графо - аналитический метод расчета.
102. Прецизионная схема выпрямления на ОУ с общей точкой для входного и выходного сигналов.
103. Идеальный диод на ОУ. Назначение диодов VD1 и VD2. Напряжения на ОУ и выходе схемы.
104. Формирование двухсторонней зоны нечувствительности на ОУ с выпрямительным мостом в цепи обратной связи.

**Вопросы к экзамену в 6-ом семестре**

1. Анализ цепей с диодами и тиристорами методом припасовывания. Его достоинства и недостатки.
2. Гармонический анализ цепей с диодами и тиристорами. Метод основной гармоники. Ограничения в применении метода.
3. Тиристор. Принцип работы и характеристики цепи управления.
4. Работа неуправляемой двухфазной схемы выпрямления на активную и активно-емкостную нагрузку.
5. Работа неуправляемой двухфазной схемы выпрямления на активную и активно-индуктивную нагрузку.
6. Работа управляемой двухфазной схемы выпрямления на активную и активно-индуктивную нагрузку.
7. Работа управляемой двухфазной схемы выпрямления в инверторном режиме.
8. Средний ток и среднее напряжение двухфазной схемы выпрямления. Расчетная мощность трансформатора.
9. Работа неуправляемой трехфазной схемы выпрямления на активную и активно-емкостную нагрузку.
10. Работа управляемой трехфазной схемы выпрямления на активную и активно-индуктивную нагрузку.
11. Работа управляемой трехфазной схемы выпрямления на источник тока.
12. Работа неуправляемой шестифазной схемы выпрямления на активную и активно-емкостную нагрузку.
13. Работа управляемой шестифазной схемы выпрямления на активную и активно-индуктивную нагрузку.
14. Выходное напряжение m-фазного управляемого тиристорного преобразователя. Регулировочные характеристики.
15. Высшие гармоники выходного напряжения и входного тока преобразователя.
16. Процесс коммутации и его влияние на выходное напряжение в преобразователе.
17. Коэффициент мощности неуправляемого выпрямителя и тиристорного преобразователя
18. Емкостной фильтр. Угол проводимости диодов. Определение среднего напряжения.
19. Емкостной фильтр. Определение коэффициента пульсаций. Выбор емкости фильтра.
20. Методика анализа сложных фильтров с использование понятия коэффициента передачи.
21. Искусственная коммутация напряжением с использованием дополнительного тиристора
22. Искусственная коммутация током с использованием дополнительного тиристора
23. Однофазный мостовой инвертор напряжения на полностью управляемых приборах и активно-индуктивной нагрузке.
24. Однофазный параллельный инвертор тока со средней точкой.
25. Однофазный параллельный инвертор тока со средней точкой и обратными диодами.
26. Функциональная схема и принцип работы нереверсивного ШИМ на активную нагрузку.
27. Схемные решения выходных каскадов ШИМ на транзисторах.
28. Схема потенциальной развязки выходных каскадов ШИМ от схемы управления.
29. Работа нереверсивного ШИМ на двигательную нагрузку, режимы непрерывного и прерывистого тока.
30. Функциональная схема и принцип работы реверсивного ШИМ с совместным управлением на активную нагрузку.
31. Реверсивный ШИМ с совместным управлением. Работа силовых элементов при активно-индуктивной нагрузке.
32. Функциональная схема и принцип работы реверсивного ШИМ с раздельным управлением на активную нагрузку.
33. Работа реверсивного ШИМ с раздельным управлением на активно-индуктивную нагрузку.
34. Схема замещения системы ПАФК для возможности анализа работы выпрямителя.
35. Работа выпрямителя системы ПАФК на активную нагрузку. Коэффициент выпрямления по току.
36. Форма напряжений при работе выпрямителя системы ПАФК на обмотку возбуждения с большой индуктивностью.
37. Коэффициент выпрямления выпрямителя системы ПАФК по напряжению.
38. Эквивалентное сопротивление обмотки возбуждения системы ПАФК, приведенное к стороне переменного тока.
39. Формирование выходного напряжения в 3-х фазном автономном мостовом инверторе при угле проводимости 180 градусов.
40. Формирование выходного напряжения в 3-х фазном автономном мостовом инверторе при угле проводимости 120 градусов.
41. Формирование выходного напряжения в 3-х фазном автономном мостовом инверторе при угле проводимости 150 градусов.
42. Процесс запирания тиристоров в 3-х фазном автономном мостовом инверторе при общей коммутирующей цепи.
43. Принцип управления автономным инвертором с синусоидальной широтно-импульсной модуляцией.
44. Принцип работы СИФУ на базе магнитного усилителя. Принцип работы СИФУ на базе фазовращателя.
45. Работа формирователя пилы из напряжения сети в БФИ. Работа компаратора БФИ на транзисторах.
46. Формирователь длительности импульсов на базе блокинг-генератора в транзисторном БФИ.
47. Формирование синусоидального опорного напряжения и напряжения ограничения угла в БФИ.
48. Формирование длительности импульса и работа усилительных каскадов в БФИ на операционных усилителях.
49. Формирование пилы и работа компаратора в БФИ на операционных усилителях.
50. Синхронизация трехфазного мостового тиристорного преобразователя.
51. Уменьшение высших гармоник в инверторе путем суммирования напряжения от нескольких инверторов.
52. Схема с высокочастотным инвертором и переключением отводов трансформатора для снижения высших гармоник.
53. Улучшение качества выходного напряжения с использования фильтра основной гармоники.
54. Улучшение качества выходного напряжения с использования резонансных фильтров.
55. Регулирование переменного напряжения путем коммутации обмоток трансформатора
56. Регулятор переменного напряжения с модуляцией-демодуляцией напряжения
57. Несимметричная двухфазная схема выпрямления (полууправляемый однофазный мост).
58. Несимметричная 6-ти фазная схема выпрямления (полууправляемый трехфазный мост).
59. Импульсный источник питания. Работа блокинг-генератора.
60. Импульсный источник питания. Стабилизация выходного напряжения.