

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ФИТКБ

/Гусев П.Ю./

28.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроника и схемотехника»

Специальность 10.05.01 Компьютерная безопасность

Специализация специализация № 4 "Безопасность компьютерных систем и сетей (связь, информационные и коммуникационные технологии)"

Квалификация выпускника специалист по защите информации

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

Заведующий кафедрой

Систем информационной
безопасности

Руководитель ОПОП

 А.С. Щеголевых

 А.Г. Остапенко

 К.А. Разинкин

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Углубление знаний о технологии производства электронных приборов, моделирования и расчёта их характеристик в соответствии с заданными требованиями

1.2. Задачи освоения дисциплины

Овладение знаниями и практикой применения электроники и схемотехники для анализа и синтеза современной электронной аппаратуры

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электроника и схемотехника» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электроника и схемотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 - Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	знать
	уметь
	владеть

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электроника и схемотехника» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
Самостоятельная работа	72	36	36
Курсовой проект	+	+	
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Пассивные элементы электроники	Резисторы, конденсаторы. дроссели, трансформаторы	12	12	12	36
2	Активные элементы электроники	Электровакuumные приборы, газоразрядные лампы, полупроводниковые диоды, транзисторы,	12	12	12	36
3	Полупроводниковые датчики	Термисторы, варисторы, фотодиоды. датчики Холла и др.	12	12	12	36
4	Приборы СВЧ	Лампы бегущей волны, лампы обратной волны, клистроны, магнетроны и др.	12	12	12	36

5	Оптоэлектронные приборы	Резисторные оптроны, диодные оптроны, транзисторные оптроны	12	12	12	36
6	Негатроны	Тиристоры, динисторы, однопереходные транзисторы, туннельные диоды, диоды Ганна и др.	12	12	12	36
Итого			72	72	72	216

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Уравнения элементов и уравнения состояний.
2. Метод комплексных амплитуд.
3. Расчёт источников постоянного тока.
4. Усилитель постоянного тока с малым дрейфом и высоким входным сопротивлением.
5. Мультивибратор на полевых транзисторах.
6. Исследование операционного усилителя.
7. Исследование формирователя фазоманипулированных сигналов.
8. Управление частотой автогенератора с помощью варикапов.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование активных фильтров»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Патентный и литературный поиск;
- Выбор структуры и типа фильтра;
- Расчёт и моделирование на ЭВМ характеристик проектируемого устройства.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-4	знать методы анализа и синтеза электронных схем	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь моделировать и отлаживать электронные схемы с помощью пакета программ MicroCap	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть языками программирования для создания макетов электронных устройств	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3, 4 семестре для очной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-4	знать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять основные физические законы и модели для решения задач схемотехники	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть пакетом программ электронного моделирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

или

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-4	знать методы анализа и синтеза электронных схем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь моделировать электронные схемы с помощью пакета программ Micro-Cap	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть пакетом программ моделирования контроллера AVR	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продemonстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Чем отличаются источники напряжения и источники тока?

Ответы: а) источники напряжения имеют малое внутреннее сопротивление, источники тока обладают высоким внутренним сопротивлением, близким к бесконечности;

б) источники напряжения характеризуются только значением напряжения на клеммах, протекающий через них ток не влияет на величину заданного напряжения; источники тока характеризуются величиной протекающего тока, а падение напряжения на источнике тока не учитывается в расчётах.

2. Где используется метод комплексных амплитуд?

Ответы: а) метод комплексных амплитуд используется при расчётах электрических цепей переменного тока;

б) метод комплексных амплитуд используется, когда анализ процессов в электрических цепях требует решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

3. Где используются усилители постоянного тока?

Ответы: а) усилители постоянного тока используются в электрических цепях, где требуется поддержание постоянного коэффициента усиления при изменении входного сигнала;

б) усилители постоянного тока используются в электрических цепях, где требуется поддержание постоянных значений напряжений и токов.

4. Какими параметрами характеризуются резисторы?

Ответы: а) резисторы характеризуются своим номинальным сопротивлением, допуском, мощностью рассеяния;

б) резисторы характеризуются активным и реактивным сопротивлением, размерами, термостабильностью.

5. Какими параметрами характеризуются конденсаторы?

Ответы: а) конденсаторы характеризуются своим номинальной ёмкостью, температурным коэффициентом ёмкости, допуском;

б) конденсаторы характеризуются добротностью, тангенсом угла диэлектрических потерь, материалом диэлектрика и др.

6. Какими параметрами определяются электровакуумные приборы?

Ответы: а) электровакуумные приборы характеризуются анодным напряжением, напряжением накала, числом анодов и числом сеток.

а) электровакуумные приборы характеризуются входным сопротивлением, внутренним сопротивлением, крутизной ВАХ, проницаемостью, коэффициентом усиления.

7. Какие явления наблюдаются в оптических волноводах (ОВ)?

Ответы: а) в ОВ наблюдаются линейные и нелинейные эффекты;

б) в ОВ линейные эффекты наблюдаются при распространении в идеальных волноводах; в ОВ наблюдаются следующие нелинейные эффекты: вынужденное рассеяние Бриллюэна, вынужденное рассеяние Рамана, формирование солитонов, фазовая самомодуляция и др.

8. Каким образом существуют лазерные атмосферные системы связи (ЛАСС)?

Ответы: а) существуют следующие ЛАСС: LOO позволяет передавать данные и речь на расстояние до 1200 м, поддерживает Ethernet, IEEE802.3, FOIRL, AUI;

б) существуют следующие ЛАСС: Omnibeam 2000 позволяет передавать данные и речь на расстояние до 1000 м, поддерживает Ethernet, IEEE802.3, FOIRL, AUI; Omnibeam 4000 позволяет передавать данные и речь на расстояние до 1200 м, поддерживает E3, JONET1/OC1, ATM52, FastEthernet, IEEE802.3.

9. Какими параметрами характеризуются операционные усилители (ОУ)?

Ответы: а) параметрами ОУ являются: коэффициент усиления усилителя в отсутствие обратной связи, входное сопротивление сдвига, входной ток смещения;

б) параметрами ОУ являются: напряжение питания, входной ток сдвига, входное сопротивление, выходное сопротивление, коэффициент ослабления синфазных входных напряжений.

10. Перечислить типы электрических фильтров.

Ответы: а) электрические фильтры бывают Баттерворта, Чебышёва, Бесселя.

б) электрические фильтры бывают: 1 с максимально плоской характеристикой, равных пульсаций, оптимальные, эллиптические.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Построить фильтр с максимально плоской характеристикой.

Ответы: а) фильтр Баттерворта вида $Z_{12}(p) = \frac{1}{1 + a_1 p + a_2 p^2}$, где $a_1 = 1,414$, $a_2 = 1$,

б) фильтр Баттерворта вида $Z_{12}(p) = \frac{1}{1 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3}$, где $a_1 = 2$, $a_2 = 2$, $a_3 = 1$.

2. Построить фильтр равных пульсаций вида $Z_{12}(p) = \frac{H}{p^2 + a_1 p + b}$ с неравномерностью:

а) 0,2, 1,2.

Ответы: а) выбираем фильтр Чебышёва вида $Z_{12}(p) = \frac{H}{p^2 + a_1 p + b}$, у которого $a_1 = 2,022$, $b = 2,544$.

б) выбираем фильтр Чебышёва вида $Z_{12}(p) = \frac{H}{p^2 + a_1 p + b}$, где $a_1 = 1,018$, $b = 1,018$.

3. Изменяя величину тока одного из источников электрической схемы добиться того, чтобы ток через резистор нагрузки стал равным нулю.

Ответы: а) чтобы ток через нагрузку был равным нулю, необходимо добиться равенства напряжений на концах нагрузочного резистора. Для этого необходимо исключить один источник тока и найти при этом падение на одном конце нагрузочного резистора и подобрать значение тока для второго источника, чтобы напряжение на втором конце нагрузочного резистора было равно нулю;

б) чтобы ток через нагрузку был равным нулю, необходимо добиться равенства напряжений на концах нагрузочного резистора. Для этого необходимо изменить направление тока во втором источнике тока и найти при этом падение на одном конце нагрузочного резистора и подобрать значение тока для второго источника, чтобы напряжение на втором конце нагрузочного резистора было равно нулю.

4. Изменяя величину напряжения одного из источников электрической схемы добиться того, чтобы ток через резистор нагрузки стал равным нулю.

Ответы: а) чтобы ток через нагрузку был равным нулю, необходимо добиться равенства напряжений на концах нагрузочного резистора. Для этого необходимо исключить один источник напряжения и найти при этом падение на одном конце нагрузочного резистора и подобрать значение напряжения для второго источника, чтобы напряжение на втором конце нагрузочного резистора было равно нулю;

б) чтобы ток через нагрузку был равным нулю, необходимо добиться равенства напряжений на концах нагрузочного резистора. Для этого необходимо изменить полярность напряжения во втором источнике тока и найти при этом падение на одном конце нагрузочного резистора и подобрать значение напряжения для второго источника, чтобы напряжение на втором конце нагрузочного резистора было равно нулю.

5. Построить, используя гиратор, последовательный RLC -контур, имеющий резонансную частоту $f_0 = 300$ кГц. Соответствующая схема гиратора приведена на рис. 5.1..

Первоначально надо выбрать R_2 , равным минимальному сопротивлению нагрузки данного операционного усилителя. затем найти R_1 , удовлетворяющее условиям: $R_1 \gg R_2$ (но не больше

чем $200 R_2$) и $R_1 < 0,1 R_{вх}$ операционного усилителя $\mu 741$.

Задать L , исходя из формулы $L = R_1 R_2 C$. Найти C , используя соотношение $C = L / R_1 \cdot R_2$. Доб-

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}.$$

ротность гиратора можно рассчитать по формуле:

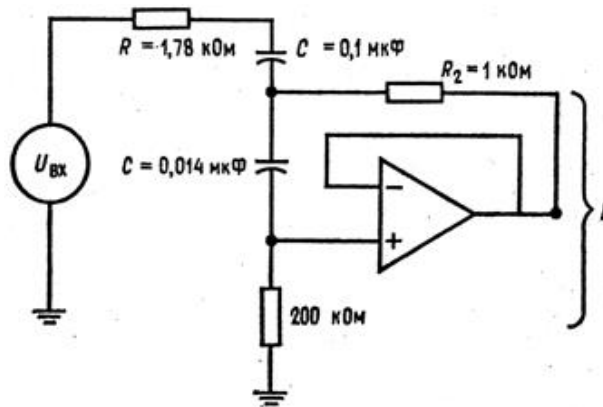


Рис. 5.1. Схема гиратора

Ответ. Положим $C_r = 0,1$ (мкФ). Из соотношения $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ определим, что

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 C_r} = 2,8 \text{ (Гн)}.$$

Положим добротность катушки индуктивности $Q = 10$ и выберем $R_2 = 1$ (кОм). Из соотношения

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \text{ найдём } R_1: R_1 = 2 \cdot Q^2 \cdot R_2 = 2 \cdot 100 \cdot 1 = 200 \text{ (кОм)}.$$

Из соотношения $L = R_1 R_2 C$ найдём: $C = \frac{L}{R_1 R_2} = 0,014$ (мкФ).

Выберем $C = 0,015$ мкФ. Если требуется большая точность, можно соединить параллельно два конденсатора, например 0,012 и 0,002 мкФ.

Если общая добротность схемы $Q = 3$, то $R = X_C / Q = 2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L / Q = 1,76$ (кОм). Если R_1 слишком мало по сравнению с R_2 , то заданное значение Q окажется нереализуемым.

6. Рассчитать вероятность связности между узлом 1 и 4 сети связи (рис. 6.2) при различном числе резервированных линий связи (ЛС) при условии, что узлы связи (УС) не поражаются.

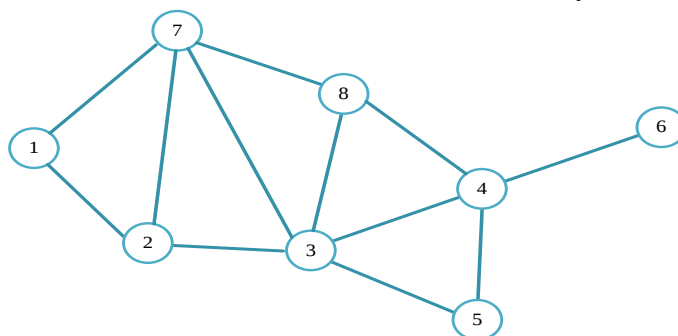


Рис. 6.2. Топология сети связи

Ответ. Для аналитических расчетов вероятность связности двухполюсной сети определяют по следующей формуле:

$$h(p_1, p_2) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n C_m^i C_n^j p_1^i (1-p_1)^{m-i} p_2^j (1-p_2)^{n-j} \quad (6.2)$$

где $1-p_1$ - вероятность потери ЛС; $1-p_2$ - вероятность потерь УС; m - число линий связи; n - число узлов; $C_n^k = n!/(n-k)!k!$ - биномиальные коэффициенты.

Расчёт числа дополнительных ЛС осуществляют, исходя из формулы (6.2). Для этого в формулу (6.2) подставляют $p_1 = 1 - q_1^k$, где k - 1 - число резервированных ЛС и вычисляют вероятность связности двухполюсной сети. Если k возрастает, то увеличивается значение вероятности связности двухполюсной сети. Рассмотрим возможности использования дополнительных УС (и ЛС) для повышения живучести конкретной сети связи.

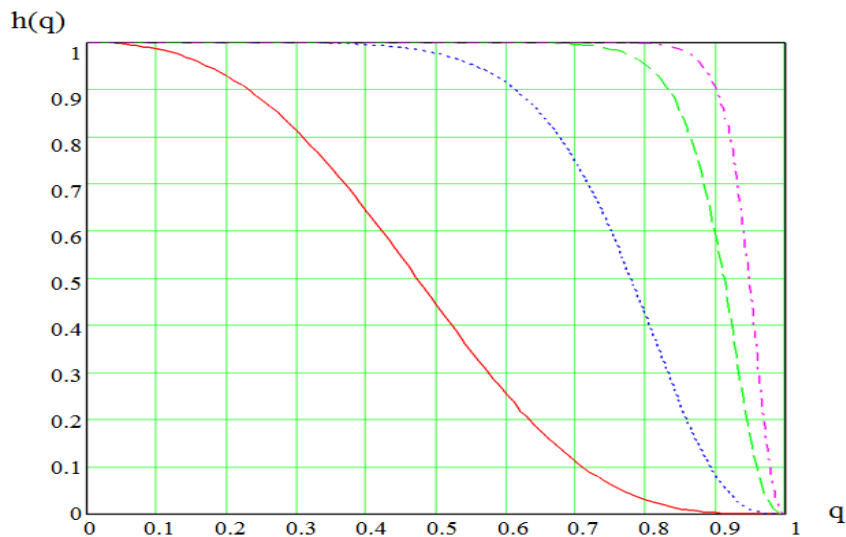


Рис. 6.2. Вероятность доведения информации по линии связи 1 (источник) -4 (абонент) при потерях ЛС (q) при разном резервировании ЛС: 1) без резерва (сплошная линия), 2) трёхкратный резерв (пунктирная линия), 3) восьмикратный резерв (штриховая линия), 4) четырнадцатикратный резерв (штрихпунктирная линия).

7. Рассчитать параметры элементов мультивибратора, приведённого на рис. 7.1.

Мультивибратор (рис. 7.1) содержит два одинаковых полевых транзистора n -типа с индуцированным каналом T_1 и T_2 , 4 резистора $R_1...R_4$ и один конденсатор C . Подложки полевых транзисторов T_1 и T_2 соединены с истоками. Сток транзистора T_1 соединён с затвором транзистора T_2 .

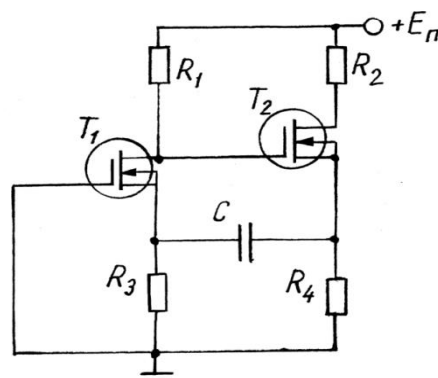


Рис. 7.1

Ответ. Определим параметры элементов схемы, исходя из заданной частоты колебаний

$$f^{-1} = T = \frac{C \cdot R_2(R_3 + R_4)}{R_2 + R_4} \ln \left[\frac{R_4}{R_2 - R_4} \right] + \frac{C \cdot R_1(R_3 + R_4)}{R_1 + R_3} \cdot \ln \left[\frac{R_3}{R_1 - R_3} \right].$$

Необходимо определить параметры элементов R_3 , R_4 и C , исходя из заданной частоты генерируемого сигнала f и следующих условий: $R_4/(R_2 - R_4) > 1$ и $R_2 - R_4 > 0$. Неуказанные параметры элементов схемы мультивибратора (рис. 7.1) выбираются самостоятельно.

9. Рассчитать параметры мультивибратора, построенного на негатроне типа S.

Ответ. Негатрон типа S (рис. 8.1) образован соединением базы одного транзистора с коллектором другого биполярного транзистора. В результате транзистор VT_1 и транзистор VT_2 оказываются охваченными положительной обратной связью. В реальных условиях обычно элементы R_1 и C моделируют объект, именуемый распределенной RC-структурой.

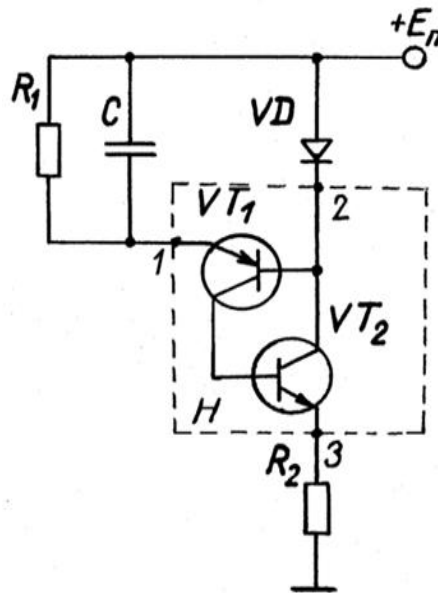


Рис. 8.1

Этот объект в дальнейших расчётах будет обозначен как Z_1 . Элемент R_2 представляет собой сопротивление нагрузки. Эквивалентную матрицу источника сигнала ($[A]$ -матрицу) определим перемножением трех матриц:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 1/R_H & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} ch\gamma l & Z_1 sh\gamma l \\ Z_1^{-1} sh\gamma l & ch\gamma l \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ R_2^{-1} & 1 \end{vmatrix}, \quad (8.1)$$

где a_{ij} - элементы матрицы источника сигнала; R_1 и R_2 - номиналы резисторов, указанных на схеме (рис. 8.1), Ом; R_H - сопротивление негатрона типа S; Z_1 - волновое сопротивление распределенной RC-структуры, Ом; $\gamma = \sqrt{j\omega RC} \cdot l^{-1}$ - коэффициент распространения, $\tilde{\text{н}}^{-1}$, ($j = \sqrt{-1}$, ω - круговая частота, $\tilde{\text{н}}^{-1}$; R_1 (Ом) и C (Ф) - эквивалентные сопротивление и емкость распределенной RC-структуры; l - длина распределенной RC-структуры, м.

Для обеспечения режима генерации необходимо, чтобы в матрице источника сигнала (8.119) было $a_{22}=1$. Осуществляя перемножение матриц в последней формуле, получим характеристическое уравнение схемы (рис. 8.1), а в виде:

$$Z_1(R_H)^{-1} sh(\gamma \cdot l) + ch(\gamma \cdot l) = 1. \quad (8.2)$$

Представляя величину γl в комплексной форме $\gamma \cdot l = \alpha + j\beta = \sqrt{\omega RC/2} + j\sqrt{\omega RC/2}$, затем подставляя в последнюю формулу и выделяя действительную и мнимую часть, получим

$$Z_1(R_H)^{-1} sh\alpha \cos\alpha + ch\alpha \cos\alpha = 1, \quad (8.3, a)$$

$$Z_1(R_H)^{-1} ch\alpha \sin\alpha + sh\alpha \sin\alpha = 0. \quad (8.3, б)$$

Результаты решений системы уравнений (8.3) представлены для мнимой части на рис.8.2, а для действительной части – на рис. 8.2, б.

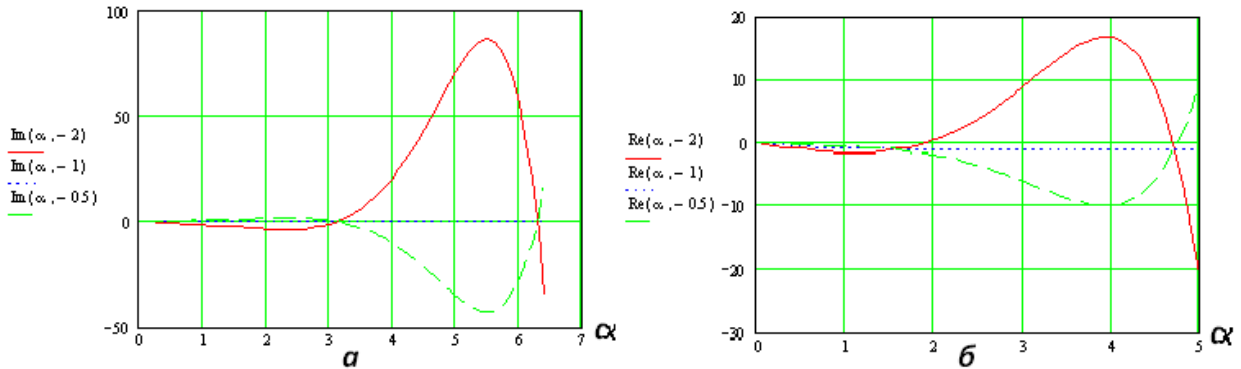


Рис. 8.2

Исключая тривиальное решение последнего выражения, первым решением будет $\alpha = \pi$. Границу устойчивости автоколебаний определяет параметр $\beta = Z_1(R_H)^{-1}$. Для обеспечения устойчивости автоколебаний необходимо, чтобы выполнялся баланс фаз и баланс амплитуд. На рис.8.2 приведены графические решения для мнимой и действительной частей параметра $\gamma \cdot l$. Как видно из графических решений, устойчивому состоянию соответствуют значения параметров $\alpha = \pi$ и $\beta < -1$.

Для схемы автогенератора (рис.8.1) условию обеспечения стабильности автоколебаний генератора по критерию А. Гурвица отвечают параметры $\alpha = \pi$, $\beta = -2$. Тогда частота автоколебаний $f = \omega/2\pi$ будет определяться как

$$f = \pi/(R_1 C).$$

График экспериментально снятой зависимости частоты генератора от величины сопротивления резистора R_1 приведён на рис. 8.3.

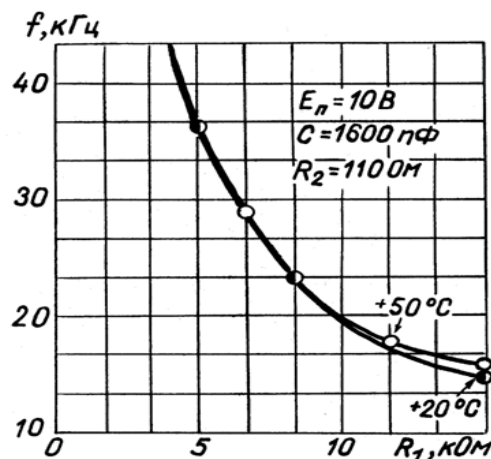


Рис. 8.3

9. В чём особенность кодов Голда?

Ответ. Коды Голда являются важным классом периодических последовательностей, которые

обеспечивают достаточно широкий класс множества кодов, обладающих хорошими периодическими АКФ и ВКФ. Количество кодов Голда во множестве составляет $N + 2$, а их период равен $T = 2^n - 1$. Образуются коды Голда суммированием М-последовательностей. Если М-последовательности образуют предпочтительные пары, то результирующая последовательность Голда будет трехуровневой.

Результирующая последовательность Голда $G(x)$ определяется как сумма производящих функций двух М-последовательностей: $G(x) = G_1(x) \oplus G_2(x)$, где $G_1(x)$ и $G_2(x)$ – производящие функции М-последовательностей, $\oplus$ – знак суммирования по модулю 2. На рис. 9.1 приведено устройство генерации кодов Голда суммированием двух М-последовательностей.

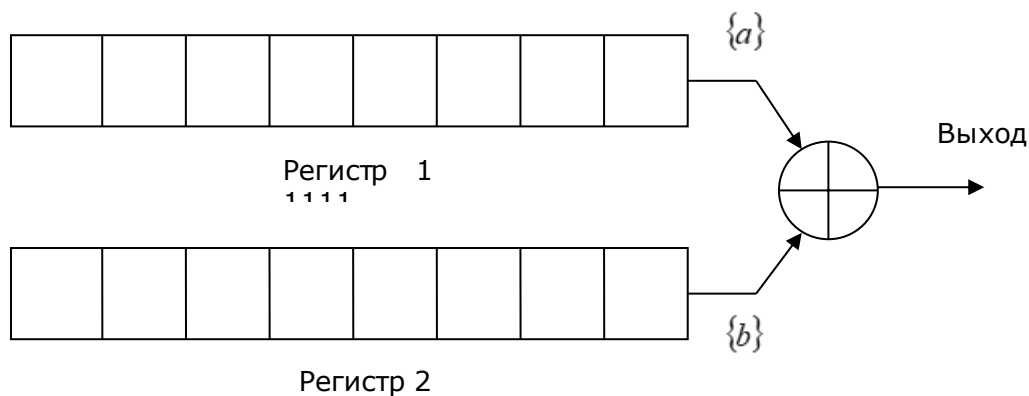


Рис. 9.1

Для генерации М-последовательностей используют регистры 1 и 2. В случае, когда две М-последовательности по структуре одинаковы, но имеют различные начальные условия, то их производящие функции описываются так

$$G_1(x) = \frac{\sum_{i=1}^n c_i x^i [a_{-i} x^{-i} + a_{-i+1} x^{-i+1} + \dots + a_{-1} x^{-1}]}{\sum_{i=0}^n c_i x^i}, \quad (8.1)$$

10. Построить направленный граф для цепи, приведённой на рис. 10.1, а.

Ответ. Рассмотрим цепь, показанную на рис. 10.1, а и соответствующий ей направленный граф (рис. 10.1, б). Запишем закон Кирхгофа для токов в соответствии с направлениями ветвей графа, показанными на рис. 10.1, а, считая ток, вытекающий из узла, положительным. Тогда

$$\begin{aligned} 1: & -i_1 + i_4 + i_6 = 0, \\ 2: & -i_2 - i_4 + i_5 = 0, \\ 3: & -i_3 - i_5 - i_6 = 0. \end{aligned}$$

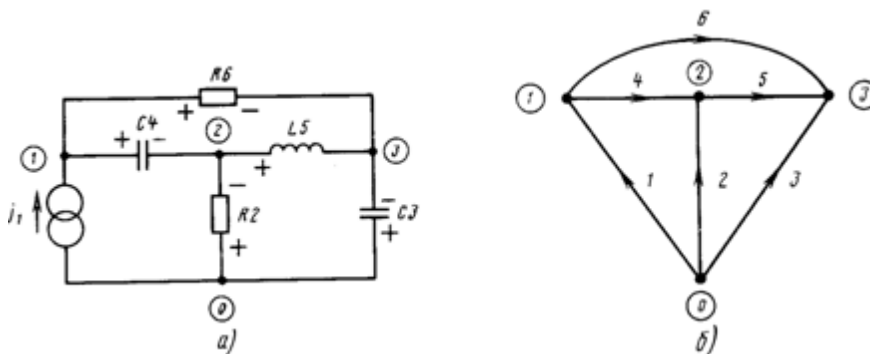


Рис. 10.1

Эти уравнения можно записать в матричной форме

$$A_i = 0.$$

Матрица A называется матрицей инцидентий и для нашего примера имеет вид

$$A = \begin{array}{c} \text{узлы} \downarrow \\ \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \end{array} \begin{array}{c} \text{ветви} \rightarrow \\ \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \end{array} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Матрица A имеет n строк и b столбцов, где n - число незаземленных узлов, а b - число ветвей графа. Ранг этой матрицы равен трём, так как квадратная матрица, образуемая первыми тремя столбцами, неособенная. Можно доказать, что для произвольной взаимосвязанной цепи ранг матрицы инцидентий определяется выражением: Ранг $A = n$.

Узловые потенциалы цепи также связаны через матрицу инцидентий. Обозначим потенциал i -го узла по отношению к нулевому узлу как v_{ni} . Поскольку направление ветви графа совпадает с направлением тока в элементе, узел, из которого ток вытекает, будет иметь более высокий потенциал, чем тот узел, в который этот ток втекает. Например, для напряжения на четвертой ветви графа (рис. 10.1, б) получим: $v_4 = v_{n,1} - v_{n,2}$. Это уравнение можно записать в виде произведения вектора-строки и вектора-столбца:

$$v_4 = [1, -1, 0] \cdot \begin{bmatrix} v_{n,1} \\ v_{n,2} \\ v_{n,3} \end{bmatrix}.$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Построить счётчик с коэффициентом деления 6.

Ответ 1. Построим счётчик-делитель на 6 на JK-триггерах (рис. 7.1.1).

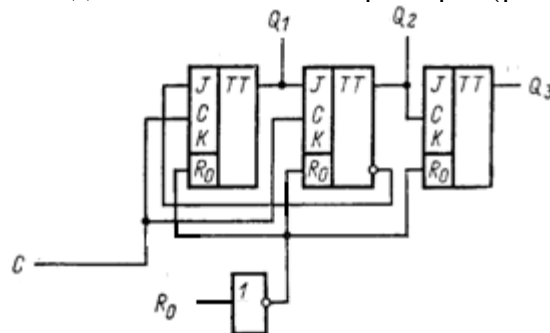


Рис. 7.1.1

Ответ 2. Построим счётчик-делитель на 6 на D-триггерах (рис. 7.1.2).

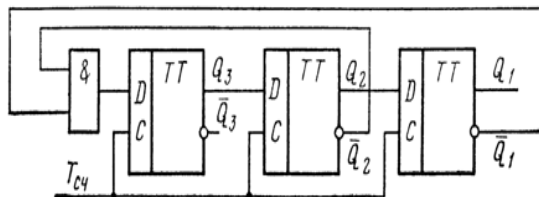


Рис. 7.1.2

2. Построить стабилизатор напряжения.

Ответ 1. Построим стабилизатор напряжения параметрического типа, схема которого приведена на рис. 7.1.2. В качестве опорного элемента используется полупроводниковый стабилитрон VD . Входное и выходное напряжения обозначены U_1 и U_2 , соответственно.

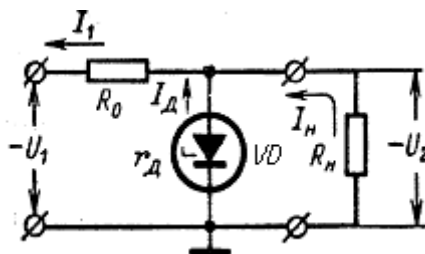


Рис. 7.2.1

Ответ 2. Кроме параметрических стабилизаторов используют стабилизаторы компенсационного типа. Сущность компенсационного метода стабилизации сводится к автоматическому регулированию выходного напряжения. Компенсационные стабилизаторы состоят из трех основных элементов: чувствительного, усилительного и исполнительного, а также источника эталонного напряжения. В чувствительном элементе выходное напряжение сравнивается с эталонным (опорным) напряжением. При номинальном выходном напряжении на нагрузке напряжение на выходе чувствительного элемента равно нулю. Если же выходное напряжение отклонилось от своего номинального значения, с выхода чувствительного элемента на усилительный элемент будет подаваться управляющее напряжение, равное разности двух напряжений: эталонного и выходного. После усиления управляющее напряжение воздействует на исполнительный элемент так, что при этом компенсируются произошедшие изменения выходного напряжения.

Схема стабилизатора постоянного напряжения компенсационного типа приведены на рис. 7.2.2. Эта схема широко применяется для стабилизации постоянного напряжения и обычно включается на выходе выпрямительных устройств, к которым предъявляются повышенные требования в отношении стабильности выпрямленного напряжения.

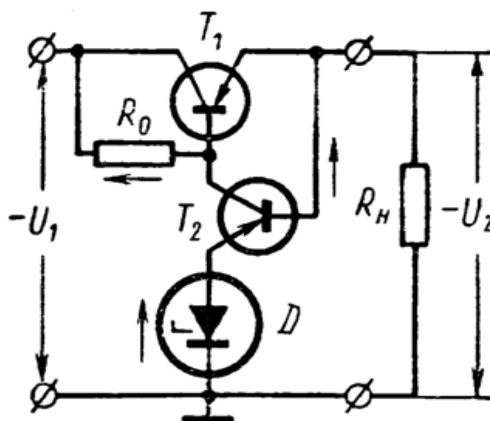


Рис. 7.2.2

Входное и выходное напряжения обозначены U_1 и U_2 , соответственно.

3. Построить формирователи псевдослучайной последовательности, соответствующие разным многочленам.

Ответ 1. Формирователь псевдослучайной последовательности, соответствующей многочлену $h(x) = x^4 + x + 1$, приведён на рис. 7.3.1.

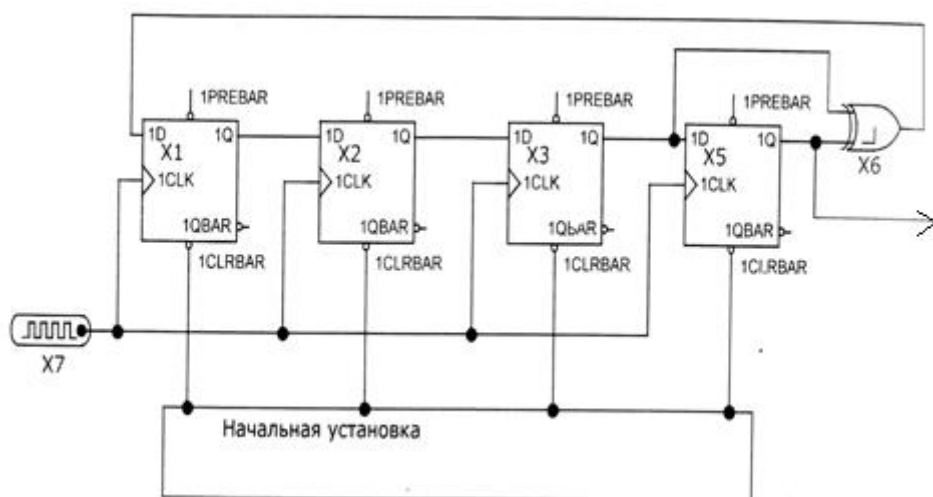


Рис. 7.3.1

Ответ 2. Формирователь псевдослучайной последовательности, соответствующей многочлену $h(x) = x^4 + x^2 + 1$, приведён на рис. 7.3.2.

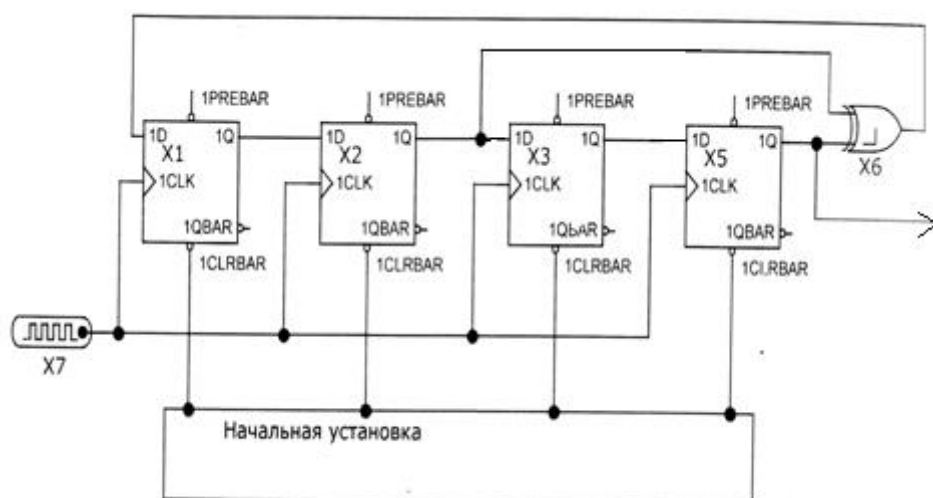


Рис. 7.3.2

4. Собрать схемы, содержащие два одинаковых источника питания и три резистора, один из которых - нагрузка. Подключая к цепи вольтметры и амперметры, рассчитать её параметры с помощью программы машинного моделирования MicroCap. Рассчитать все токи и напряжения в цепи по формулам законов Ома и Кирхгофа и сверить результаты "ручных" расчетов напряжений и токов с данными ЭВМ. Допускается относительная погрешность до 20%.

Ответ 1. Схема цепи с источниками напряжения приведена на рис. 7.4.1, где нагрузка обозначена R_H .

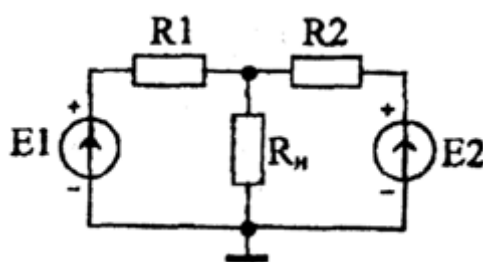


Рис. 7.4.1

Ответ 2. Схема цепи с источниками тока приведена на рис. 7.4.2, где нагрузка обозначена R_H .

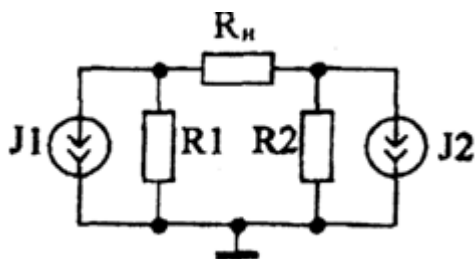


Рис. 7.4.2

5. Построить логическую схему комбинационного типа по заданной логической функции.

В процессе выполнения работы необходимо:

1. Используя логические ИМС, собрать логическую схему.
2. Проверить работу выбранной схемы.
3. Произвести эквивалентные преобразования выбранной логической схемы.
4. Собрать новую логическую схему, полученную в результате эквивалентных преобразований исходной.

Ответ 1. Исходная логическая схема представлена на рис. 7.5.1.1. Эквивалентная логическая схема представлена на рис. 7.5.1.2.

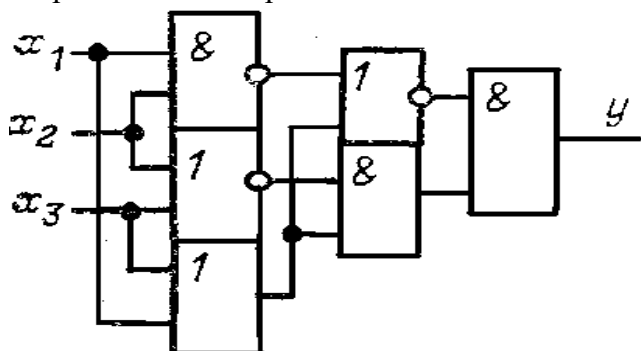


Рис. 7.5.1.1

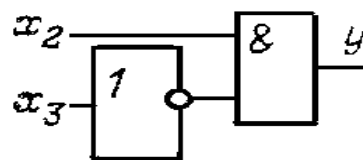


Рис. 7.5.1.2

Ответ 2. Исходная логическая схема представлена на рис. 7.5.1.1. Эквивалентная логическая схема представлена на рис. 7.5.1.2.

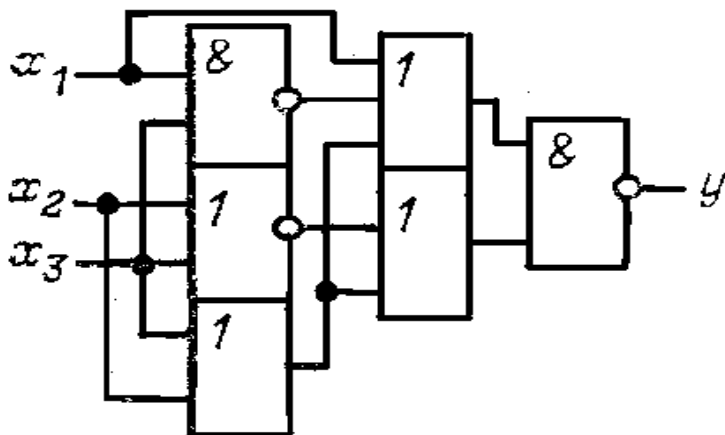


Рис. 7.5.2.1

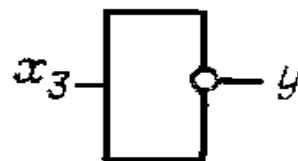


Рис. 7.5.2.2

6. Построить формирователь прямоугольных импульсов на полевых транзисторах.

НИЯ

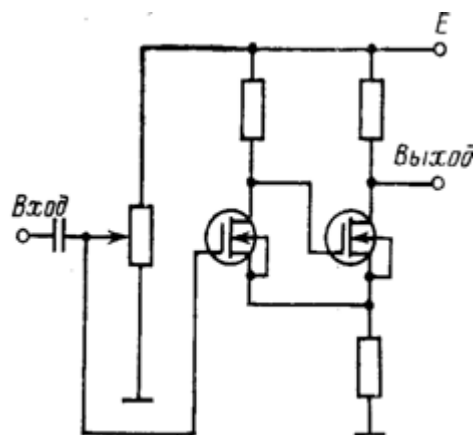


Рис. 7.6.2

НИЯ.

7. Построить пороговое устройство на основе RS-триггера.

ВХОДОВЫХ элементах ИЛИ/ИЛИ-НЕ.

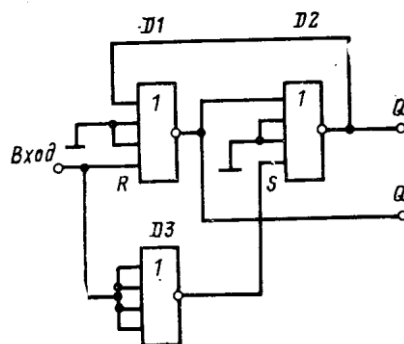


Рис. 7.7.2

ДОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ИЛИ-НЕ.

8. Построить симметричные мультивибраторы на инверторах.

рах приведена на рис. 7.8.1.

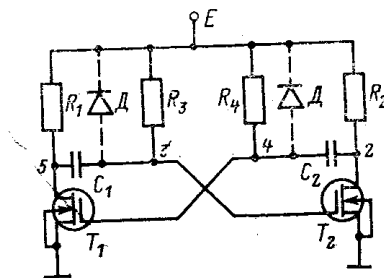


Рис.7.8.2

приведена на рис. 7.8.1.

9. Построить симметричный мультивибратор на логических схемах НЕ.

заземлёнными резисторами.

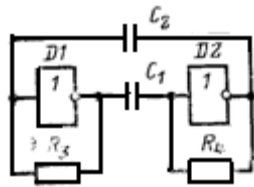


Рис. 7.9.1

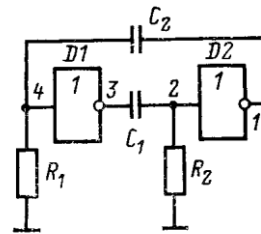


Рис. 7.9.2

Ответ 2. На рис. 7.9.2 приведена схема симметричного мультивибратора на инверторах с заземлёнными резисторами.

10. Построить схему неинвертирующего суммирующего усилителя.

Ответ 1. На рис. 7.10.1 приведен первый вариант схемы неинвертирующего суммирующего усилителя, для которого выходное напряжение определяется по формуле $U_{\text{вых}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{10}}{R_{1i}} U_{1i}$,

где n – число входов.

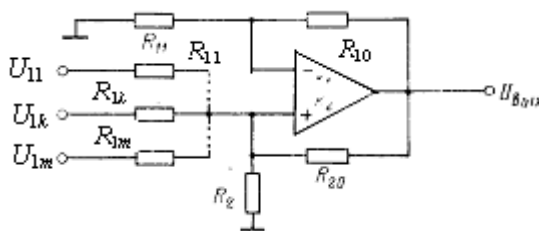


Рис. 7.10.1

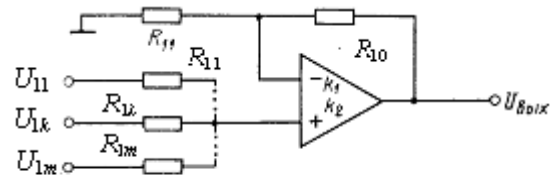


Рис. 7.10.2

Ответ 2. На рис. 7.10.2 приведен второй вариант схемы неинвертирующего суммирующего усилителя, для которого выходное напряжение определяется по формуле $U_{\text{вых}} = \sum_{i=1}^n \frac{R_{10}}{R_{1i}} U_{1i}$,

где n – число входов.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. В чём заключается различие между источником тока и напряжением?

Ответ 1. Источник тока должен поддерживать значение тока, втекающего в узел, независимо от величины остальных токов, втекающих или вытекающих из данного узла. Источник напряжения должен иметь на своих клеммах постоянное напряжение, независимо от изменения вытекающего из источника напряжения токов.

Ответ 2. Источник напряжения имеет нулевое внутреннее сопротивление при постоянной ЭДС на клеммах. Источник тока должен иметь бесконечное внутреннее сопротивление при постоянном токе.

2. Какое соотношение существует между мощностью источников питания и потребляемой мощностью пассивными элементами электрической цепи?

Ответ 1. Суммарная мощность источников питания должна равняться суммарной потребляемой мощности элементами электрической схемы.

Ответ 2. Полная мощность источников питания состоит из активной и реактивной мощности. Поэтому баланс мощности заключается в том, что активная составляющая полной мощности питания должна соответствовать суммарной активной мощности потребителей. Аналогичное заключение относится к реактивной составляющей полной мощности источников питания.

3. Как определяется коэффициент пульсации на выходе источника постоянного тока?

Ответ 1. Коэффициент пульсации определяется как отношение разности между максимальным и минимальным значением напряжения к их сумме.

Ответ 2. Коэффициент пульсации для двухполупериодной (мостовой) схемы на выходе RC-фильтра определяется по формуле: $K_{\text{п}} = (300 \cdot I_0) / (U_0 \cdot C_1)$, где C_1 - входная емкость фильтра, мкФ; I_0 - выпрямленный ток, мА; U_0 - выпрямленное напряжение, В.

4. В чём заключается различие между генераторами гармонического сигнала и мультивибраторами?

Ответ 1. Полоса частот генераторов гармонического сигнала узкая, а полоса частот сигнала мультивибратора широкая.

Ответ 2. Для создания сигнала генераторам гармонического сигнала требуются высокодобротные фильтры, а мультивибраторы обычно не используют дополнительных фильтров.

5. Где используются генераторы гармонических сигналов?

Ответ 1. Генераторы гармонических сигналов используются для получения несущей частоты при передаче информации.

Ответ 2. Генераторы гармонических сигналов используются для модуляции телеграфных сигналов.

6. Где используются мультивибраторы?

Ответ 1. Мультивибраторы используются для получения сигналов в реактивных и безреактивных RC-цепях.

Ответ 2. Мультивибраторы позволяют генерировать сигнал с большим КПД.

7. Где применяются компараторы?

Ответ 1. Компараторы используются в качестве индикаторов превышения сигналом заданного уровня.

Ответ 2. Компараторы используются для создания аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей.

8. Укажите способы формирования фазоманипулированного сигнала.

Ответ 1. Для формирования фазоманипулированного сигнала используют генератор несущей частоты, фазу которого изменяют по заданному закону.

Ответ 2. Фазоманипулированный сигнал получают путём модуляции несущей тактовой частотой формируемого сигнала.

9. Как формируют псевдослучайную последовательность?

Ответ 1. Для формирования псевдослучайной последовательности используют многочлен конечного поля Галуа.

Ответ 2. Для формирования псевдослучайной последовательности используют цепочку сдвиговых регистров с вынесенными или встроенными сумматорами.

10. Где используются генераторы миллисекундных импульсов?

Ответ 1. Генераторы миллисекундных импульсов применяют в радиолокации, радионавигации, радиоуправлении и других областях современной техники.

Ответ 2. Генераторы миллисекундных импульсов используют в качестве формирователей импульсов большой скважности с длительностью фронтов, составляющей десятые и даже сотые доли от длительности паузы.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Классификация резисторов, их маркировка.

2. Классификация конденсаторов, их маркировка.

3. Катушки индуктивности, дроссели и трансформаторы.

4. Классификация электровакуумных и ионных приборов.

5. Классификация электровакуумных приборов СВЧ диапазона.

6. Классификация полупроводниковых резисторов, фоторезисторов, терморезисторов.

7. Классификация полупроводниковых диодов, их характеристики и параметры.

8. Классификация полупроводниковых транзисторов, их характеристики и параметры.

9. Классификация интегральных микросхем, их характеристики и параметры.

10. Радиочастотные кабели и волноводы, их характеристики и параметры.

11. Полупроводниковые негатроны, их характеристики и параметры.

12. Волоконные световоды для передачи информации, их характеристики и параметры.

13. Операционные усилители, их характеристики и параметры.

14. Аналого-цифровые преобразователи, их характеристики и параметры.

15. Цифро-аналоговые преобразователи, их характеристики и параметры.

16. Аналоговые фильтры, их характеристики и параметры.
17. Типы частотных характеристик фильтров.
18. Источники питания, их характеристики и параметры.
19. Анализ чувствительности и допусков электронных схем.
20. Методы расчёта аналоговых электрических схем.
21. Методы расчёта цифровых электрических схем.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Пассивные элементы электроники	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Активные элементы электроники	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Полупроводниковые датчики	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Приборы СВЧ	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Оптоэлектронные приборы	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Негатроны	ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения

задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

+Остапенко А.Г., Щеголеватых А.С. *Электроника и схемотехника. Изд-во ВГТУ, Воронеж. 2023. 440 с.*

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Пакет программ машинного моделирования MicroCap.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Компьютерный класс

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электроника и схемотехника» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по

	соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания, овладеть пакетом программ MicroCap.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов с использованием языка программирования MicroCap. Ver.12 ; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.