

Направление практической части экзамена: технологическое

Направление подготовки: робототехника и микроэлектроника (электроника, наноэлектроника, микро- и наносистемы)

Перечень тем для подготовки к предпрофессиональному экзамену по технологическому направлению инженерной подготовки (направление подготовки: Робототехника и микроэлектроника, специализация: Электроника, наноэлектроника, микро- и наносистемы)

1. Среда схемотехнического моделирования LTSpice. Моделирование переходных процессов в электрических цепях и передаточных характеристик электронных схем.
2. Интегрирующая RC-цепочка. Аналитический расчет реакции выходного напряжения на импульс входного сигнала.
3. Вольтамперные характеристики биполярного транзистора: входная, выходная и передаточная.
4. Элементы аналоговой схемотехники на биполярных транзисторах: эмиттерный повторитель, каскад с общим эмиттером, токовое зеркало, генераторы стабильного тока.
5. Операционный усилитель как универсальный элемент систем аналоговой обработки сигналов. Модель идеального операционного усилителя, параметры неидеальности реальных приборов (входные токи, коэффициент усиления дифференциального сигнала, коэффициент подавления синфазного сигнала, напряжения смещения нуля).
6. Простейшие каскады обработки сигналов на операционных усилителях (повторитель, неинвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель, сумматор, дифференциальный усилитель, схема антилогарифмирования).

Пример задачи:

	Название практической задачи	Краткое описание практической задачи	Критерии оценки выполнения (60 баллов)	Что проверяется? Умения, знания, Практические навыки
1	Интегратор	<p>Рассчитать номинал резистора R1 для входного напряжения $U_{вх} = 1,0$ В, чтобы выходное напряжение схемы $U_{вых}$, представленной на рисунке, стало равным 1.0 В через $\Delta t = 10$ с после размыкания ключа К. В начальный момент времени выходное напряжение равно нулю, а конденсатор С1 полностью разряжен. Напряжения источников питания: $E^+_{п} = 9.0$ В и $E^-_{п} = -9.0$ В, емкость конденсатора $C1 = 1$ мкФ . Операционный усилитель считать идеальным (входные токи равны нулю, коэффициент усиления дифференциального сигнала стремится к бесконечности, выходное напряжение ограничено напряжениями источников питания). Результат расчета подтвердить моделированием в среде LTSpice или путем сборки схемы на макетной плате. В случае сборки схемы на макетной плате результаты расчетов подтвердить измерениями с использованием вольтметра и секундомера.</p>	<p>Оценка 60 баллов – расчеты проведены правильно и подтверждены схемотехническим моделированием или экспериментально</p> <p>Оценка 59 – 46 баллов – Расчеты проведены правильно, но не подтверждены результатами схемотехнического моделирования или экспериментом</p> <p>Оценка 45 – 31 балл – Расчеты содержат ошибки, схемотехническое моделирование проведено правильно или верно выполнен эксперимент.</p>	<p>Умение проводить схемотехническое моделирование электрических цепей</p> <p>Знание физических принципов работы компонентов электрических цепей</p> <p>Навыки расчета электрических цепей</p>

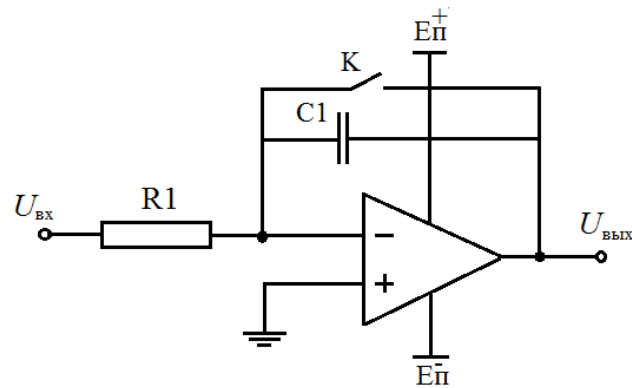


Рис. 1. Схема интегратор

Оценка 30 – 16 баллов –
 Расчеты полностью не верны
 или отсутствуют,
 схемотехническое
 моделирование проведено
 верно или верно выполнен
 эксперимент.

Оценка 15 – 1 балл – расчеты
 полностью не верны или
 отсутствуют,
 схемотехническое
 моделирование проведено с
 ошибками или эксперимент
 выполнен с ошибками.

0 баллов – решение задачи
 отсутствует

Интегратор

Условие задачи:

Рассчитать номинал резистора R1 для входного напряжения $U_{\text{вх}} = 1,0 \text{ В}$, чтобы выходное напряжение схемы $U_{\text{вых}}$, представленной на рисунке, стало равным 1.0 В через $\Delta t = 10 \text{ с}$ после размыкания ключа К. В начальный момент времени выходное напряжение равно нулю, а конденсатор C1 полностью разряжен. Напряжения источников питания: $E_{\text{п}}^+ = 9.0 \text{ В}$ и $E_{\text{п}}^- = -9.0 \text{ В}$, емкость конденсатора $C1 = 1 \text{ мкФ}$. Операционный усилитель считать идеальным (входные токи равны нулю, коэффициент усиления дифференциального сигнала стремится к бесконечности, выходное напряжение ограничено напряжениями источников питания). Результат расчета подтвердить моделированием в среде LTSpice или путем сборки схемы на макетной плате. В случае сборки схемы на макетной плате результаты расчетов подтвердить измерениями с использованием вольтметра и секундомера.

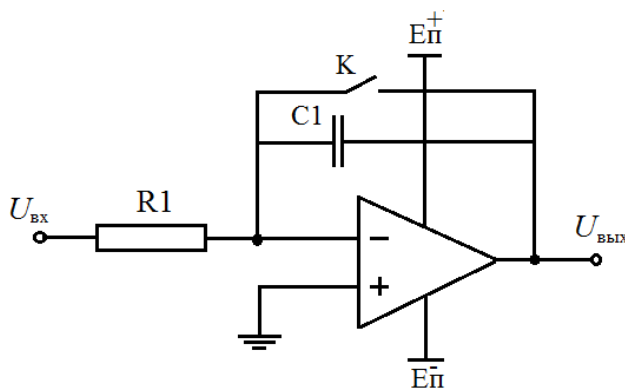


Рис. 1. Схема интегратора

Решение:

Поскольку операционный усилитель является идеальным и имеет коэффициент усиления дифференциального сигнала, стремящийся к бесконечности, можно считать, что напряжение между его входами равно нулю. Тогда напряжение на инвертирующем входе, измеренное относительно «земли», равно нулю и ток через резистор R1 выражается соотношением

$$I_{R1} = U_{\text{вх}}/R1.$$

Ток инвертирующего входа равен нулю, поскольку операционный усилитель является идеальным. Тогда весь ток, текущий через резистор R1 заряжает конденсатор C1 и выходное напряжение:

$$U_{\text{вых}} = 0 - U_{C1} = - (I_{R1} \cdot \Delta t) / C1 = - (U_{\text{вх}} \cdot \Delta t) / (C1 \cdot R1).$$

Тогда:

$$U_{\text{вх}} = - (U_{\text{вых}} \cdot C1 \cdot R1) / \Delta t. \quad (1)$$

Примем $R1 = 10.0 \text{ МОм}$, тогда:

$$U_{\text{вх}} = - (1.0 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot 1 \cdot 10^7 \text{ Ом}) / 10 \text{ с} = - 1.0 \text{ В}.$$

Ответ: $R1 = 10.0 \text{ МОм}$, $U_{\text{вх}} = - 1.0 \text{ В}$.

Решение задачи допускает различные численные значения $R1$ и $U_{вх}$, удовлетворяющие соотношению (1).

Схема с рассчитанными значениями $R1$ и $U_{вх}$ должна быть собрана в схемотехническом редакторе LTSpice и представлен график зависимости выходного напряжения схемы от времени, полученный в результате временного моделирования, из которого видно что выходное напряжение достигает значения 1.0 В через 10 с после замыкания ключа или на макетной плате (соответствующие измерения должны быть проведены с помощью вольтметра и секундомера).