

Контрольные задания по курсу « Аналоговые измерительные устройства».

ВВЕДЕНИЕ.

По основному содержанию дисциплины приведены контрольные задания, закрепляющие теоретический материал лекций.

Контрольные задания составлены одноименно с темами лабораторных работ, поэтому последние носят названия лабораторно-практических. Таким образом, содержание раздела можно достаточно полно и глубоко изучить по всем трём составляющим видам занятий.

ПЕРВЫЙ РАЗДЕЛ.

Общие вопросы теории «Аналоговых измерительных устройств».

Контрольное задание №1. Последовательные структурные схемы.

Определить коэффициент передачи последовательной структурной схемы, представляющей соединение одинаковых RC- цепей.

Рассматриваются два варианта включения:

- 1) цепи соединены последовательно без согласующих устройств, т.е. цепи зависимы друг от друга, так как имеют связанные токи;
- 2) цепи соединены последовательно, но каждая последующая цепь развязана от предыдущей согласующим устройством, например, повторителем напряжения на операционном усилителе;

Определить (рассчитать):

1. Коэффициент передачи (модуль и фазу) одной первой цепи.
2. Коэффициент передачи двух первых цепей.
3. Определить общий коэффициент передачи.
4. Построить АЧХ и ФЧХ для трёх случаев.
5. Определить в п. 1,2,3 частоту среза.
6. Построить АЧХ в новой переменной, т.е. в нормированном виде.
7. Определить коэффициент передачи для цепей первого, второго и третьего порядка для варианта независимых цепей (второго типа включения).
8. Построить АЧХ и ФЧХ на одних графиках оба варианта.
9. Сделать выводы по зависимости коэффициентов передачи от порядка цепи и от вида включения.

Вариант задания для каждого студента определяется по двум признакам: номеру зачетной книжки: четный, нечетный и порядковому номеру в списке группы.

Четные номера рассчитывают R-C-цепь;

Нечетные номера рассчитывают C-R- цепь;

Для первого номера списка группы $R=100\text{ Ом}$, $C=10\text{ мкФ}$, для последующих $R_n = n \cdot R$, $C_n = C/n$;

Контрольное задание №2. Параллельные структурные схемы.

Второе задание связано с расчетом коэффициентов передачи и погрешностями замкнутой и разомкнутых структурных схем в статике и динамике на конкретных схемах включения измерительных преобразователей. Считается, что первые сведения о таких преобразователях, студентами получены в ранее изучаемых курсах.

Условие задания: определить общий коэффициент передачи замкнутой структурной схемы и погрешность коэффициента передачи при изменении коэффициента передачи одного из преобразователей, включенных в прямую цепь.

Рассмотреть два варианта замкнутых схем:

- 1) в прямую цепь включены два преобразователя- усилитель и резистивный делитель, охваченные обратной отрицательной связью. Коэффициент передачи делителя изменяется.
- 2) в прямую цепь включены усилитель и RC- цепь, как делитель. Оба преобразователя охвачены обратной связью.

Определить (рассчитать):

1. Коэффициент передачи последовательной структурной схемы (обратная связь охватывает только усилитель)
2. Изменяя коэффициент передачи делителя, найти общий коэффициент передачи для 5-6- случаев. Определить относительные изменения общего коэффициента передачи, как погрешность. Можно рекомендовать изменения коэффициента передачи делителя на 10,20,30,40,50 и 60 %.
3. Замкнуть общую обратную связь и определить вновь общий коэффициент передачи для этих 6 случаев.
4. Определить относительные изменения коэффициентов передачи в параллельной схеме и сравнить результаты расчетов.
5. Выполнить такие же расчеты для второго варианта схемы, коэффициент передачи при этом изменять частотой.
6. Сделать выводы о влиянии коэффициента передачи преобразователя в прямой цепи на общий коэффициент передачи последовательной и параллельной схем.

Контрольное задание № 3. Классы точности.

Дать определение классу точности. Назвать составляющие, определяющие класс точности. Составить таблицу классов точности на шкале прибора. Привести пример расчета относительной погрешности измерения при использовании приборов с различными оценками их точности.

ВТОРОЙ РАЗДЕЛ.

Основные измерительные преобразователи аналоговых устройств.

Контрольное задание №1. Резистивный делитель напряжения.

Рассчитать резистивный делитель: определить элементы делителя, определить инструментальную погрешность и температурную погрешность на постоянном токе; рассчитать частотную погрешность, определить элементы коррекции погрешности и остаточную частотную погрешность.

Варианты задания: коэффициент передачи делителя - $n \cdot 10^{-3}$, где n – порядковый номер студента в списке группы, частотный диапазон 0-10⁶ Гц.

Контрольное задание №2. Пассивный преобразователь среднего значения.

Рассчитать и выбрать элементы пассивного преобразователя средневыпрямленного значения, выходное напряжение, погрешность от нелинейности, температурную и частотную погрешность.

Входное напряжение выбирается из варианта, определяемого из формулы: $U_{вх} = n \cdot 1В$, где n – порядковый номер студента по списку. Частотный диапазон 0-10⁶ Гц.

Контрольное задание № 3. Преобразователь эффективного значения.

Рассчитать преобразователь эффективного значения на основе аппроксимирующей параболы. Определить элементы схемы, длину и число участков аппроксимации, погрешности на каждом участке.

Форма сигнала: синусоидальная, прямоугольная, треугольная.

Входное эффективное напряжение : $U_{вх} = n \cdot 1В$, где n – порядковый номер студента по списку.

Контрольное задание №4. Преобразователь амплитудного значения.

Рассчитать элементы преобразователя; выходное напряжение, частотную погрешность. Входное напряжение определяется из формулы:

$U_{вх} = n \cdot 1В$, где n – порядковый номер студента по списку, частотный диапазон 10-10⁵ Гц.

Контрольное задание №5. Преобразователь переменного напряжения - сетевой трансформатор.

Рассчитать число витков, диаметр провода обмотки сетевого трансформатора, выбрать Ш-образный сердечник. Изобразить конструкцию трансформатора. Исходные данные: входное напряжение – сеть 220 В, 50

Гц, выходная мощность $P_{\text{вых}} = n \cdot 1 \text{ ВА}$, где n – порядковый номер студента по списку.

ТРЕТИЙ РАЗДЕЛ КУРСА. Электромеханические приборы.

Контрольное задание № 1. Магнитоэлектрический амперметр.

Рассчитать параметры амперметра: сопротивление шунта – проволочное сопротивление, диаметр провода, его длину и число витков. Выбрать конструкцию шунта. Определить основную и дополнительную погрешность амперметра, проградуировать его, установить класс точности.

Примечание: измерительный механизм выбрать из справочника с током полного отклонения, равного 100 мкА.

Варианты задания: предел измерения амперметра $I_A = n \cdot 0,1 \text{ А}$, где n – порядковый номер студента по списку.

Контрольное задание №2. Магнитоэлектрический вольтметр.

Рассчитать параметры вольтметра: добавочное сопротивление при выбранном типе измерительного механизма ($I_{\text{п}} = 100 \text{ мкА}$): проволочное сопротивление, диаметр провода, длину и конструкцию.

Определить основную и дополнительную погрешности, проградуировав прибор, определить его класс точности.

Варианты задания: $U_{\text{вх}} = n \cdot 1 \text{ В}$, где n – порядковый номер студента по списку.

Контрольное задание №3. Магнитоэлектрический омметр.

Рассчитать последовательную схему омметра: определить величину резисторов цепи - проволочное сопротивление: диаметр, длину провода, число витков и конструкцию резисторов.

Проградуировать прибор, определить основную и дополнительную погрешности и класс точности.

Примечание: в заданиях 1,2,3 изобразить шкалы приборов в масштабе 2:1.

Контрольное задание №4. Выпрямительный вольтметр.

Варианты задания: $R_{\text{max}} = n \cdot 100 \text{ Ом}$.

Рассчитать параметры электрической схемы вольтметра. Выбрать тип полупроводникового диода, добавочные и шунтирующие резисторы. Выбрать тип резисторов или рассчитать проволочные сопротивления.

Рассчитать основную и дополнительную погрешности, определить класс точности прибора, построить шкалу.

Варианты задания: $U_{\text{вх}} = n \cdot 1 \text{ В}$, где n – порядковый номер студента по списку.

Контрольное задание №5. Термоэлектрический амперметр.

Выбрать тип вакуумного термопреобразователя. Рассчитать параметры электрической цепи амперметра: сопротивление и мощность шунтового резистора, выбрать тип резистора шунта, тип измерительного магнитоэлектрического механизма (операционные усилители не применять).

Рассчитать основную и дополнительную погрешности, класс точности, определить частотный диапазон, ограничившись частотной погрешностью $\leq 4\%$. Построить градуировочную характеристику прибора.

Варианты задания: $I_A = n \cdot 0,1 \text{ А}$, где n – порядковый номер студента по списку.

Примечание: при расчете дополнительной погрешности в приборах и преобразователях условия окружающей среды принять: температура – $(10 \div 35^\circ \text{C})$, влажность и давление нормальные.

ЧЕТВЕРТЫЙ РАЗДЕЛ. Электронные приборы.

Контрольное задание №1. Вольтметр постоянного тока.

Привести принципиальную схему вольтметра, используя заданные параметры вольтметра: $U_{\text{вх}} = n \cdot 10 \text{ В}$, где n – порядковый номер студента по списку, аддитивная погрешность $\leq 1\%$, $R_{\text{вх}} \geq 1 \text{ МОм}$.

Рассчитать параметры электрической схемы, основную и дополнительную погрешности, класс точности. Определить пределы измерения, выбрав кратность шкал $m = \sqrt{10}$.

Построить градуировочную характеристику прибора. Определить требования к источникам питания.

Контрольное задание №2. Вольтметр переменного тока.

Привести принципиальную схему вольтметра переменного тока, используя исходные данные: $U_{\text{вх}} = n \cdot 10 \text{ В}$, где n – порядковый номер студента по списку, частотный диапазон $20\text{-}10^5 \text{ Гц}$, $R_{\text{вх}} \geq 1 \text{ МОм}$.

Рассчитать параметры электрической схемы, основную и дополнительную погрешности, класс точности. Определить пределы измерения, выбрав кратность шкал $m = \sqrt{10}$.

Построить градуировочную характеристику прибора. Определить требования к источникам питания.

Контрольное задание №3. Конденсаторный частотомер.

Привести принципиальную схему конденсаторного частотомера. Рассчитать элементы конденсаторного преобразователя частоты в ток или напряжение, используя следующие исходные данные: $f_{\text{max}} = 10^4 \cdot n$, где n – порядковый номер студента по списку. Погрешность 1% , $U_{\text{вхmin}} = 10 \text{ мВ}$.

Рассчитать элементы принципиальной схемы, построить градуировочную характеристику, определить основную (погрешность от нелиней-

ности) и дополнительную погрешности. Определить требования к источнику питания.

Контрольное задание № 4. Q- метр.

Привести принципиальную схему измерительной части прибора, используя один из вариантов подачи переменного напряжения в резонансный контур. Рассчитать элементы измерительной схемы при следующих исходных данных: $Q_{\max} = 50 \cdot n$, где n – порядковый номер студента по списку, $C_{\text{обр}} = 20 \div 500$ пФ, $f_r = 10^4 \div 10^5$ Гц.

Определить диапазон измерения индуктивностей, погрешности прибора при нормальных условиях. Построить градуировочную характеристику, выбрав в качестве индикатора, ранее рассчитанный вольтметр. Привести принципиальную схему генератора, не рассчитывая его элементы.

Контрольное задание № 5. Фазометр.

Привести схему электронного фазометра.

Рассчитать измерительную схему фазометра, используя временные диаграммы работы прибора и следующие исходные данные:

$$\varphi_{\max} = \pm 180^\circ, \text{ число пределов } 10; U_{\text{xmin}} = 10 \text{ мВ}, f_{\text{раб}} = 20 \cdot 10^5 \text{ Гц};$$

Определить основную погрешность прибора и по ней установить класс точности прибора. Построить градуировочные характеристики. Установить требования к источнику питания.

ПЯТЫЙ РАЗДЕЛ.

Приборы сравнения.

Контрольное задание №1.

Дан четырехплечий мост постоянного тока. Используя метод эквивалентного генератора определить максимальные чувствительности:

- 1) по току ($R_r = 100$ Ом);
- 2) по напряжению ($R_r = 1$ МОм).

Выбрать параметры схемы моста для измерения сопротивлений.

$R_{x\max} = n \cdot 100$ Ом, , где n – порядковый номер студента по списку. Чувствительность гальванометра выбрать по справочнику. Определить число декад переменного резистора для получения погрешности неизвестного сопротивления $\leq 1\%$.

Контрольное задание №2.

Дан шестиплечий мост постоянного тока. Используя метод контурных токов определить ток в цепи гальванометра, определить условия равновесия.

Подобрать источник питания и гальванометр, параметры схемы для измерения сопротивлений: $r_x = 1/n$ Ом, где n – порядковый номер студента по списку.

Определить число декад переменного сопротивления при измерении сопротивлений с погрешностью $\leq 1\%$.

Контрольное задание №3.

Дан мост переменного тока. Изобразить возможные схемы мостов для измерения:

- 1) емкостей;
- 2) индуктивностей;
- 3) взаимной индукции;
- 4) добротностей;

Вывести выражение для равновесного состояния мостов переменного тока. Для моста, измеряющего индуктивность $L_x = 0,5$ Гн и $r_x = 100$ Ом на диаграмме сходимости показать процесс уравнивания ($\omega = 314$ Гц).

Контрольное задание №4. Компенсатор переменного тока.

Изобразить две схемы компенсаторов переменного тока.

Рассчитать элементы прямоугольно-координатного компенсатора для следующих исходных данных: $U_{\text{инт}} = 10$ В; $U_{\text{ха}} = 1\text{В}/n$; $U_{\text{хг}} = 1\text{В}/n$, где n – порядковый номер студента по списку. $\omega_{\text{инт}} = 314$ рад/с.

Определить длину реохорда для получения порога чувствительности 1%.

Контрольное задание №5. Компенсатор постоянного тока.

Дан компенсатор для измерения напряжений: $U_x = 1\text{В}/n$, где n – порядковый номер студента по списку.

Выбрать элементы компенсатора, чувствительность гальванометра для шестидекадного компенсатора.

Изобразить декадное сопротивление для:

- 1) четных номеров – с постоянным рабочим током;
- 2) нечетных номеров – с постоянными номинальными сопротивлениями в декадах;