

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)**

Радиоконструкторский факультет

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой КИПР

_____ **Татаринов В.Н.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по лабораторным работам дисциплин

«Основы автоматики и системы автоматического управления» и
«Автоматика и управление» для студентов
специальностей 210201 и 160905

Указания рассмотрены и одобрены

на методическом семинаре кафедры КИПР,

протокол №7/2012 от 28.08.2012 г.

Разработчик:

ассистент кафедры КИПР

_____ **Кривин Н.Н.**

Томск – 2012

Методическая разработка содержит ключевые сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Основы автоматики и системы автоматического управления» и «Автоматика и управление». Предназначена для студентов специальностей 210201 и 160905.

Представленные указания помогут студентам организовать работу на лабораторных занятиях, предусмотренных рабочей программой вышеуказанных дисциплин, и заранее подготовиться к этим занятиям.

Разработчик: ассистент кафедры КИПР Кривин Н.Н.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема работы: Исследование передаточных характеристик RC-цепей

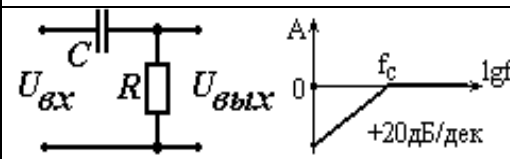
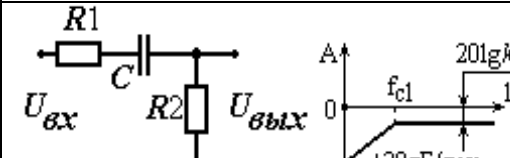
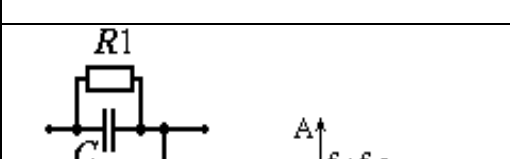
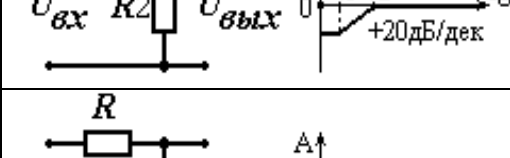
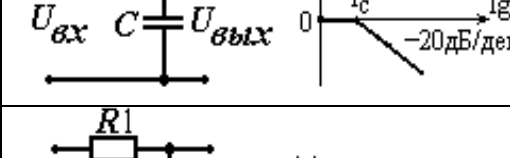
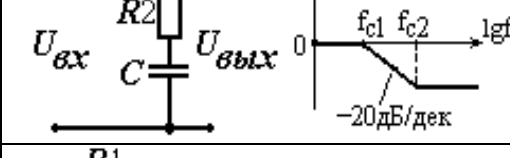
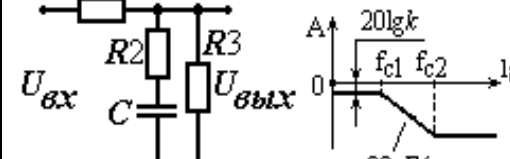
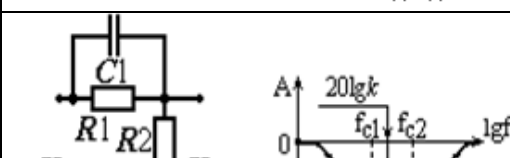
Цель работы: исследовать логарифмические частотные и фазовые характеристики простейших резистивно-ёмкостных цепей на предмет зависимости параметров частоты сопряжения и величины наклона участков графика ломаной от постоянной времени конкретной цепи.

Работа проводится в программах MicroCAP и MathCAD.

Порядок работы

1. Для имеющейся схемы RC-цепи вывести передаточную функцию $W(p)$.
2. Привести передаточную функцию $W(p)$ к стандартному виду, выделив коэффициент передачи цепи и её постоянные времени (если их несколько).
3. Нарисовать схему RC-цепи в программе MicroCAP. Провести её амплитудно-частотный и фазо-частотный типы анализа. Получить графики ЛАЧХ и ЛФЧХ.
4. По графику ЛАЧХ найти значение частоты сопряжения. Сравнить с расчётным значением частоты для постоянной времени RC-цепи.
5. Меняя номиналы компонентов схемы (MathCAD: параметры R и C в формуле), убедиться, что при этом меняется только частота сопряжения, а наклон ЛАЧХ остаётся постоянным и не зависит от вариаций величин сопротивления и емкости.
6. Исследовать поведение кривой ЛФЧХ при вариации номиналов сопротивлений и емкостей RC-цепи (MathCAD: параметры R и C в формуле).
7. В программе MathCAD построить графики для ЛАЧХ и ЛФЧХ. Повторить п. 4, 5, 6.
8. Сравнить полученные результаты с данными, приведёнными в Таблице 1, и сделать соответствующие выводы о проделанной работе.
9. В конце отчёта по лабораторной работе ответить на контрольные вопросы.

Исходные данные

№	Тип цепи	Схема цепи и ЛАЧХ	Передаточная функция
1	Пассивный дифференцирующий контур		$W(p) = \frac{Tp}{1+Tp}; T = RC$
2	Пассивный дифференцирующий контур		$W(p) = \frac{T_2 p}{1+T_1 p}; T_1 = (R_1 + R_2)C$ $T_2 = R_1 C; K = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
3	Пассивный дифференцирующий контур		$W(p) = \frac{K(1+T_1 p)}{1+T_2 p}; T_1 = R_1 C$ $T_2 = \frac{R_2 T_1}{R_1 + R_2}; K = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$
4	Пассивный интегрирующий контур		$W(p) = \frac{1}{1+Tp}; T = RC$
5	Пассивный интегрирующий контур		$W(p) = \frac{1+T_2 p}{1+T_1 p}; T_2 = R_2 C$ $T_1 = (R_1 + R_2)C$
6	Пассивный интегрирующий контур		$W(p) = \frac{K(1+T_2 p)}{1+T_1 p}; T_2 = R_2 C$ $T_1 = \left[R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right] C; K = \frac{R_3}{R_1 + R_3}$
7	Пассивный интегродифференцирующий контур		$W(p) = \frac{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1}{T_1 T_2 p^2 + T_1(1 + R_1/R_2) + T_2 p + 1};$ $T_2 = R_1 C_1; T_1 = R_2 C_2$ $W(p) = \frac{T_1 + T_2}{T_1(1 + R_1/R_2) + T_2}$
8	Пассивный интегродифференцирующий контур		$W(p) = \frac{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2)p + 1}{T_1 T_2 p^2 + T_1(1 + R_1/R_2) + T_2 p + K^{-1}};$ $T_2 = R_1 C_1$ $T_1 = \frac{R_2 R_3 C_2}{R_2 + R_3}; K = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1

1. Дайте определение понятию передаточной функции.
2. Как, зная выражение для передаточной функции, найти АЧХ и ФЧХ?
3. Что такое годограф АФЧХ?
4. Дайте определение RC-цепи. Что такое постоянная времени RC-цепи?

Каков её физический смысл?

5. Как получить ЛАЧХ, зная выражения для АЧХ цепи?
6. Каков будет наклон ломаной асимптотической ЛАЧХ для цепи, представляющей собой соединение двух одинаковых пассивных дифференцирующих контура? Докажите аналитически.

7. Нарисуйте принципиальную схему фильтра высоких частот.

8. Нарисуйте принципиальную схему фильтра нижних частот.

9. Нарисуйте принципиальную схему полосового фильтра.

10. Что такое частота сопряжения? (Дайте два определения).

11. Что такое частота среза?

12. Что такое асимптотическая ЛАЧХ? В чём её отличие от ЛАЧХ? По каким правилам она находится?

13. Как называются ФВЧ и ФНЧ в ТАУ?

14. Как количественно величина постоянной времени связана с временем переходного процесса?

15. Почему в ТАУ широко используется операторный метод Лапласа?

16. Объясните смысл оператора p .

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема работы: Исследование устойчивости САУ

Цели работы:

- изучение типовых звеньев, входящих в состав систем автоматического управления, и их характеристик;
- изучение и освоение принципов и критериев устойчивости Гурвица, Михайлова и Найквиста, развитие практических навыков их использования;
- оценка границ устойчивости САУ.

Работа проводится в программах MicroCAP и MathCAD.

Порядок работы

1. В схеме (см. рис. 2.1) выделить типовые инерционные звенья.

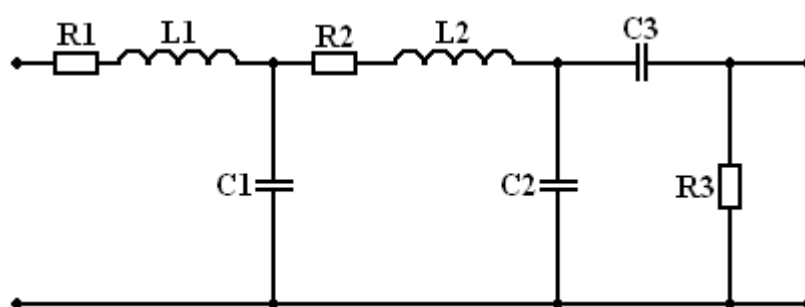


Рисунок 2.1. Схема для анализа устойчивости

2. Для каждого из звеньев записать передаточную функцию.
3. Аналитически исследовать заданную систему на устойчивость с помощью критерия Гурвица.
4. Исследовать границы устойчивости с помощью программы MathCAD по критерию Найквиста (САУ должна быть в разомкнутом состоянии) в соответствии с разобранным на практике примером.
5. Построить ЛАЧХ, ЛФЧХ и кривую годографа АФЧХ последовательного соединения типовых звеньев.
6. По виду кривой годографа сделать соответствующий вывод об устойчивости/неустойчивости системы в замкнутом состоянии.
7. Найти величину параметра пограничного режима работы системы (частоту переворота фазы).
8. Найти величину параметра дополнительного безынерционного звена (коэффициент передачи).

9. Построить ЛАЧХ, ЛФЧХ и кривую годографа модифицированной системы в разомкнутом состоянии.
10. Убедиться, что модифицированная система в замкнутом состоянии находится на границе устойчивости.
11. Смоделировать структурную схему для разомкнутой системы в программе MicroCAP.
12. Провести частотный анализ системы, построив графики АЧХ, ФЧХ и кривую годографа. Определить частоту переворота фазы.
13. Провести сравнительный анализ результатов исследования системы в обеих программах. Объяснить причину расхождения данных и указать величину различия результатов в процентах.
14. В программе MicroCAP провести модификацию системы, добавив безынерционное звено.
15. Повторно провести частотный анализ системы и с помощью графиков убедиться, что теперь она работает в пограничном режиме.
16. Перевести систему в замкнутое состояние, добавив цепь обратной связи, и провести исследование переходного процесса во временной области.
17. Убедиться, что система работает в пограничном режиме.
18. В конце отчёта по лабораторной работе ответить на контрольные вопросы.

Таблица 2

Исходные данные

Номер первой цифры варианта										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
R1	Ом	100	200	300	400	500	600	700	800	900
R2		150	250	300	350	400	700	550	650	100
R3		150	300	300	250	450	650	600	700	500
Номер второй цифры варианта										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
C1	мкФ	1	3	5	10	15	20	22	33	50
C2		10	30	25	20	33	47	110	150	100
C3		100	300	500	150	110	200	250	470	1000
Номер третьей цифры варианта										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
L1	мГн	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
L2		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Примечание: номер варианта состоит из трёх цифр и не повторяется

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2

1. Чему равен фазовый сдвиг в безынерционном звене?
2. Что такое элементарные звенья? Перечислите их.
3. Чему равна результирующая передаточная функция для последовательно соединённых звеньев?
4. Дайте формулировку критерия Найквиста.
5. В каком состоянии должна находиться САУ, чтобы исследовать её по критерию Найквиста?
6. Для какого состояния САУ имеет смысл проводить исследование переходного процесса?
7. Почему коррекцию устойчивости САУ наиболее просто осуществить за счёт изменения коэффициента передачи безынерционного звена?
8. Сформулируйте критерий устойчивости Гурвица.
9. В каком состоянии должна находиться САУ, чтобы исследовать её по критерию Михайлова?
10. Охарактеризуйте различие критериев и укажите, в каких случаях и каким критерием целесообразно пользоваться.
11. Как по графикам ЛАЧХ и ЛФЧХ количественно оценить запасы устойчивости по амплитуде и фазе?
12. Что называется частотой переворота фазы?
13. Нарисуйте эскизы годографов устойчивой, неустойчивой и условно устойчивой САУ для критериев Найквиста и Михайлова.
14. Можно ли судить об устойчивости (неустойчивости) САУ только по кривой графика её ЛФЧХ? Ответ обоснуйте.
15. Устойчивой, неустойчивой или условно устойчивой будет САУ, если график её ЛФЧХ два раза принимает значение -180^0 ?
16. Системы какого порядка абсолютно устойчивы? Ответ обоснуйте.