

Лабораторная работа 3 ЧАСТОТНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОВЫХ ЗВЕНЬЕВ

Цели работы: освоение методов анализа линейных систем с помощью программы Vissim; изучение частотных характеристик типовых линейных звеньев.

Задачи работы: построение и анализ логарифмических амплитудно-частотной (ЛАЧХ) и фазочастотной (ЛФЧХ) характеристик апериодического и колебательного звеньев.

Работа рассчитана на два – четыре часа занятий в компьютерном зале и два часа самостоятельной работы студента. Работа выполняется в компьютерном зале бригадой из одного – двух или трех студентов, в зависимости от величины группы и возможностей компьютерного зала.

1. Теоретические пояснения

Комплексный коэффициент передачи $W(j\omega)$ связывает спектры входного $X(j\omega)$ и выходного $Y(j\omega)$ сигналов линейного звена:

$$Y(j\omega) = W(j\omega)X(j\omega) = |W(j\omega)| e^{-j\phi(\omega)} X(j\omega),$$

где: $|W(j\omega)|$ - модуль комплексного коэффициента передачи; $\phi(\omega)$ - аргумент комплексного коэффициента передачи.

Зависимость величины усиления звеном синусоидального сигнала от частоты этого сигнала, т.е. зависимость модуля комплексного коэффициента передачи $|W(j\omega)|$ от частоты называется амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) звена. Такая характеристика, построенная в логарифмической системе координат, называется логарифмической амплитудно-частотной характеристикой (ЛАЧХ). Другими словами, ЛАЧХ – это зависимость $20\lg|W(j\omega)|$ (двадцати логарифмов модуля комплексного коэффициента передачи) от частоты.

Фазочастотная характеристика (ФЧХ) звена это зависимость аргумента $\phi(\omega)$ его комплексного коэффициента передачи от частоты. ФЧХ показывает, на какую величину отстанет по фазе синусоидальный сигнал некоторой частоты, пройдя линейное звено, от входного сигнала. Эта характеристика также может быть построена в логарифмической системе координат, в этом случае она называется ЛФЧХ.

АЧХ и ФЧХ или ЛАЧХ и ЛФЧХ, как правило, изображаются парами, друг под другом. Это повышает наглядность и упрощает анализ свойств отдельных звеньев и систем.

2. Задание к работе

Определение частотных характеристик апериодического и колебательного звеньев.

2.1. Апериодическое звено

Построить в среде VisSim, проанализировать и распечатать ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена.

2.1.1. Открыть диаграмму с исследованием апериодического звена, сохраненную на предыдущем занятии.

Примечание. Заново установить кириллицу. Выделить блок апериодического звена, нажав левую кнопку мыши за его пределами и расширив рамку до включения в нее блока. Отпустить кнопку. Блок станет черным. В меню: Analyze -> Frequency Response. На рабочем пространстве появятся два графика, представляющие собой ЛАЧХ и ЛФЧХ. Растигнуть их и поместить в правой части экрана друг под другом (см. пример в Приложении). Ввести сетку координат: plot -> двойной щелчок -> Grid Lines – установить флајок. Нажать OK. На верхнем графике, ЛАЧХ, установить по оси ординат значение в децибелаах.

2.1.2. Для нижнего графика, ЛФЧХ установить значение Y Lower Bound равным -90 градусов. Поставить флајок Fixed Number of Divisions, установить значение Y Divisions равным 6. Нажать OK.

2.1.3. Сделать подписи графиков, кривых, осей. Установить белый цвет фона. Сохранение. Нажать клавишу клавиатуры Print Screen. Открыть Paint (Пуск -> программы -> стандартные -> Paint). Выбрать: Правка -> Вставить. При необходимости, вырезать в Paint'е лишние части и, нужное, сохранить (по возможности в gif-формате) и распечатать.

Примечание. Распечатку можно производить и из VisSim'a, но при этом распечатывается на весь лист лишь один из графиков, что не всегда удобно и необходимо.

Диаграмму в VisSim'е можно сохранить (в View -> Display Mode) и как картинку с расширением .wmf, а затем распечатать.

В демо-версии VisSim 4.5 можно распечатать блок-схему с временными диаграммами, но там отсутствует возможность анализа частотных характеристик.

В версии VisSim 2.0k частотные характеристики не сохраняются, поэтому работа через Print Screen -> Paint только и позволяет получить распечатку.

Проанализировать влияние постоянной времени и коэффициента усиления апериодического звена на вид его частотных характеристик. Найти, как по ЛАЧХ и по ЛФЧХ апериодического звена определить его постоянную времени и коэффициент усиления. Предъявить выполненную работу преподавателю.

2.4. Колебательное звено

2.4.1. Открыть диаграмму с исследованием колебательного звена, сохраненную на предыдущем занятии. Примечание. Заново установить кириллицу.

2.4.2. Построить ЛАЧХ и ЛФЧХ для $T=1$, $k=1$ и $\zeta = 0.25; 0.5; 0.707, 1.0;$ и для 2.0.

2.4.3. Получить количественную зависимость высоты "пика" на ЛФЧХ от величины декремента затухания ζ колебательного звена, имеющего передаточную функцию:

$$W(s) = \frac{k}{1 + 2\zeta T + T^2 s^2} .$$

2.4.4. Оформить диаграмму, не забыть указать, кто и когда ее сделал. Написать выводы и сохранить работу, предъявить ее преподавателю.

3. Отчет и защита работы

1. Отчет должен со держать:
 - титульный лист;
 - цель и задачи работы;
 - диаграмму;
 - выводы.
2. Защита работы включает доклад студента и его ответы на вопросы по теме лабораторной работы.

Примечание: отчет предпочтительнее оформлять от руки, чертежным шрифтом, хотя допускается использование компьютера и принтера.

4. Домашнее задание

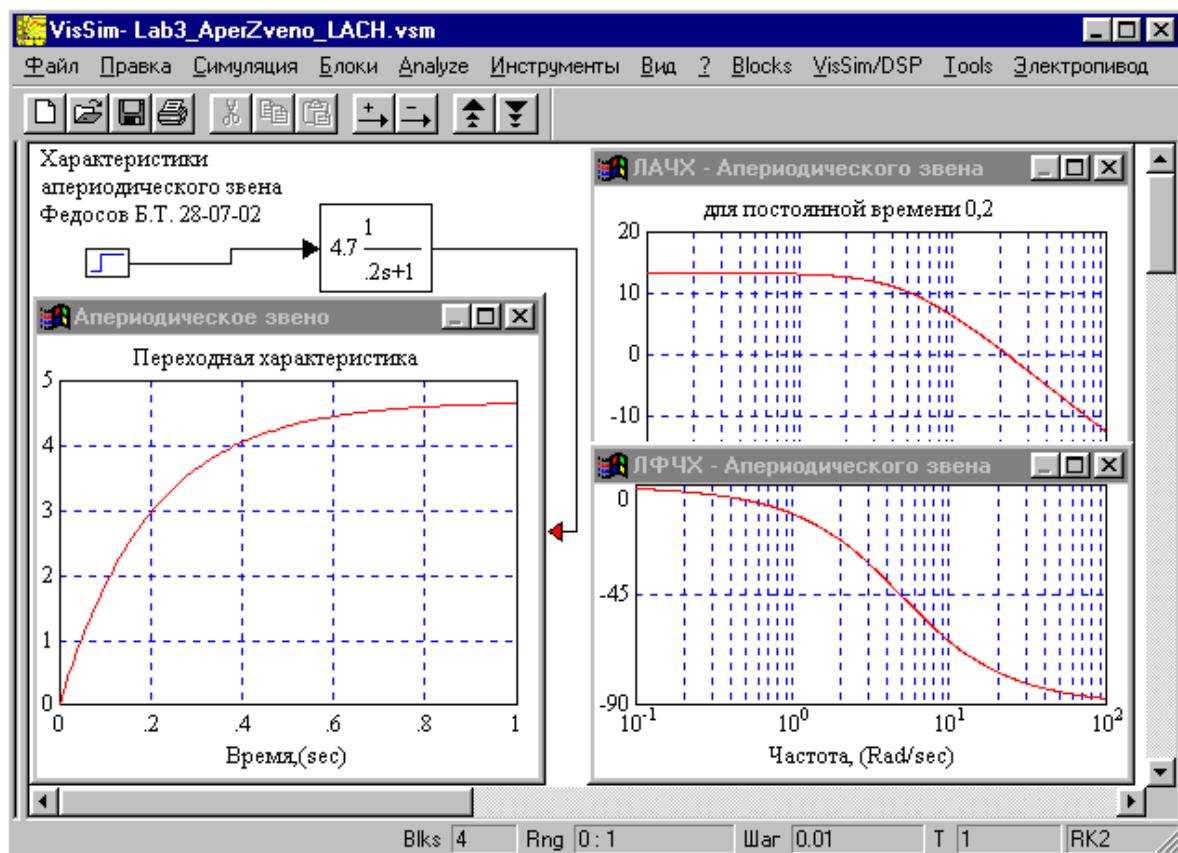
1. Подготовить бланк отчета:
 - Титульный лист;
 - Цели и задачи работы;
 - Основные теоретические сведения;
 - Предусмотреть место для задания и выводов.
2. Ответить на контрольные вопросы.

5. Контрольные вопросы

1. Что такое ЛАЧХ?
2. Что такое ЛФЧХ?
3. Как построить ЛАЧХ линейного звена в VisSim'e?
4. Как построить ЛФЧХ линейного звена в VisSim'e?
5. Как влияет постоянная времени апериодического звена на ширину его полосы пропускания?
6. Чему равен фазовый сдвиг (аргумент комплексного коэффициента передачи) апериодического звена на частоте $\omega=1/T$?
7. Записать выражения для передаточных функций апериодического и колебательного звеньев, пояснить названия и смысл параметров.
8. Какое значение декремента затухания минимизирует длительность переходного процесса колебательного звена?

Приложение

Пример ЛАЧХ и ЛФЧХ, построенных в программе VisSim.



Увеличение постоянной времени апериодического звена приводит к пропорциональному увеличению длительности переходного процесса и пропорциональному уменьшению полосы пропускания и частоты среза