

I Исследование динамики типовых звеньев автоматики

1 Идеальный усилитель (апериодическое звено нулевого порядка - АП-0) и реальный усилитель (апериодическое звено первого порядка - АП-1)

Цель работы: исследовать временные и частотные характеристики звеньев, оценить влияние параметров звеньев на характеристики.

Исходные данные:

Звено	АП-0	АП-1
Передаточная функция	$W(s) = k$	$W(s) = \frac{k}{Ts + 1}$
Значения параметров	$k = 2n; 10n$	$k = 10; \quad T = 2n; 10n$

n – № компьютера, k – коэффициент передачи (усиления),

T – постоянная времени.

Временные характеристики

ПХ – переходная характеристика (переходная функция) $h(t)$;

ИПХ – импульсная переходная характеристика (переходная функция, функция веса) $w(t)$;

Частотные характеристики

ЧПФ – частотная передаточная функция (амплитудно-фазовая характеристика – АФХ, годограф звена) $W(j\omega)$;

ВЧПФ – вещественная частотная передаточная функция $Re(\omega)$;

МЧПФ – мнимая частотная передаточная функция $Im(\omega)$;

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика $A(\omega)$;

ФЧХ – фазо-частотная характеристика $\psi(\omega)$;

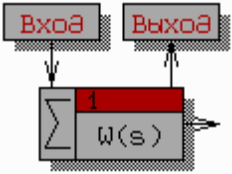
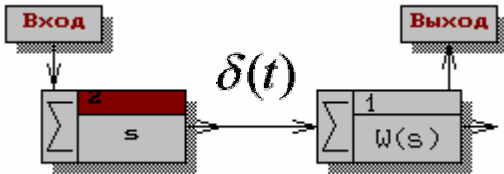
ЛАЧХ – логарифмическая амплитудно-частотная характеристика $L(\omega)$.

Порядок выполнения:

Подача входных воздействий и расчет временных и частотных характеристик производится в пакете “Classic” (при расчете характеристик или определении параметров звена в других системах моделирования последние упоминаются специально)

1. Формирование модели исследуемого звена
2. Установка первых значений параметров исследуемого звена
3. подача на вход звена единичной ступенчатой функции
 - Получение **отмасштабированного** графика ПХ $h(t)$.
4. Получение **отмасштабированных** частотных характеристик звеньев: ФЧХ, ЛАЧХ, ЧПФ (АФХ – годограф звена).
5. Получение частотных характеристик звеньев: ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “MathCad”
6. подача на вход звена единичного импульсного воздействия (дельта-функции) $\delta(t)$
 - Получение **отмасштабированного** графика функции веса (импульсной переходной характеристики) $w(t)$

Примечание: подача дельта-функции $\delta(t)$ на вход исследуемого звена осуществляется либо из списка входных стандартных (типовых) воздействий пакета “Classic”, либо путем подачи $\delta(t)$ с выхода формирующего фильтра – при расчете $w(t)$ по умолчанию как переходной функции (переходного процесса).

1 	2 
для снятия: ПХ, АФХ, ЛАЧХ, ФЧХ На вход исследуемого звена подается единичное ступенчатое воздействие $x_{\text{ex}}(t) = [1]$ (по умолчанию)	для получения ИПХ На вход исследуемого звена подается единичное импульсное воздействие (функция Дирака) $x_{\text{ex}}(t) = \delta(t)$

7. Задание вторых значений параметров исследуемого звена.

8. Повторное выполнение п.3,4,5,6.

Содержание отчета:

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Запись передаточной функции (ПФ) исследуемого звена автоматики
 - 3.1 Запись ПФ в параметрической форме
 - 3.2 Запись ПФ в числовой форме (после подстановки в ПФ числовых значений параметров)
- 4 Временной анализ
 - 4.1 Переходная функция или переходная характеристика (ПХ) $h(t)$
 - 4.2 Импульсная переходная характеристика (ИПХ, или функция веса) $w(t)$
- 5 Частотный анализ
 - 5.1 Годограф звена (АФХ – амплитудно-фазовая характеристика) $W(j\omega)$
 - 5.2 Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) $\psi(\omega)$
 - 5.3 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) $L(\omega)$
 - 5.4 Вещественная частотная передаточная функция (ВЧПФ) $Re(\omega)$
 - 5.5 Мнимая частотная передаточная функция (МЧПФ) $Im(\omega)$
 - 5.6 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) $A(\omega)$

Контрольные вопросы:

1. Привести примеры безынерционного звена.
2. Как безынерционное звено пропускает сигналы произвольной частоты?
3. Какой фазовый сдвиг создает звено АП-0 между входным и выходным сигналами?
4. Как искажается форма сигнала при прохождении его через идеальный усилитель?
5. Дифференциальное уравнение динамики (ДУД) реального усилителя?
6. Как звено АП-1 пропускает гармонические сигналы с частотой $\omega_c \geq \omega > \omega_c$ и $\omega_{cp} \geq \omega > \omega_{cp}$ (ω_c – частота сопряжения; ω_{cp} – частота среза)?

7. Какая связь между постоянной времени T и инерционностью звена, а также между постоянной времени T полосой пропускания частот?
8. Привести примеры инерционных звеньев первого порядка?
9. Понятие частоты сопряжения и частоты среза (теоретической и аппроксимированной).
10. Понятие минимально-фазового звена.
11. Чему равно максимально возможное отставание выходного сигнала от входного при прохождении синусоидального сигнала через реальный усилитель?
12. Графически определить параметры исследуемых звеньев.
13. Понятие декада, децибела, коэффициента передачи.
14. Понятие переходного и установившегося режима.
15. Понятие разгонной характеристики.

Пример выполнения расчета для АП-1 (один вариант значений)

Возьмем для примера звено АП-1 с ПФ $W(s) = \frac{5}{10s + 1}$ и выполним его расчет:

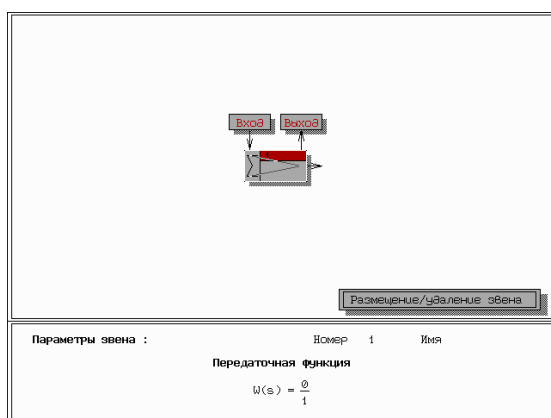


Рисунок 1 – Создание модели в пакете “Classic” по схеме №1 (задание входного воздействия из списка типовых сигналов пакета “Classic”)

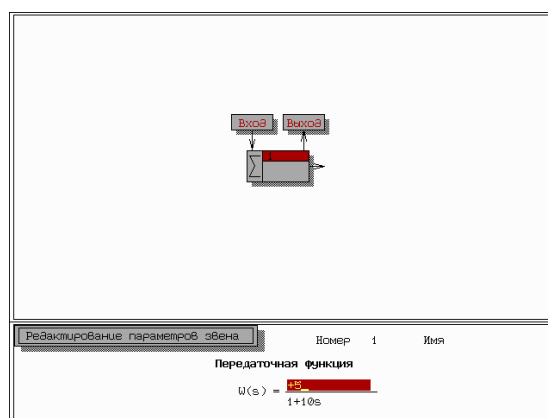


Рисунок 2– Установка значений параметров ПФ

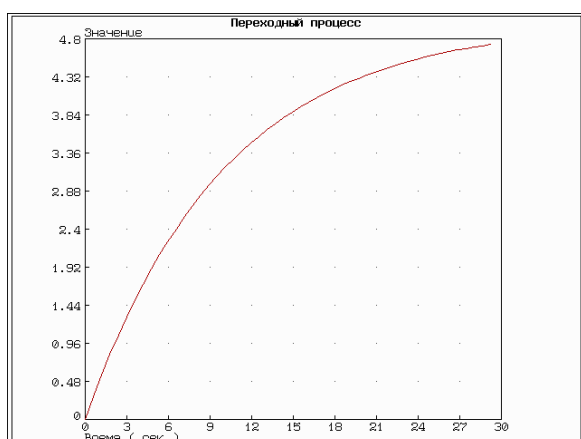


Рисунок 3 – ПХ «по умолчанию»

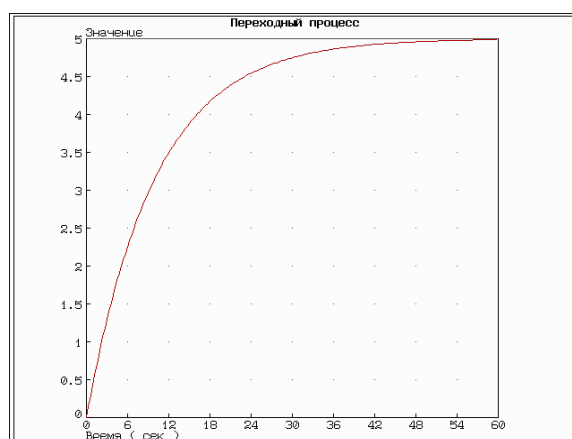


Рисунок 4 – Отмасштабированная ПХ

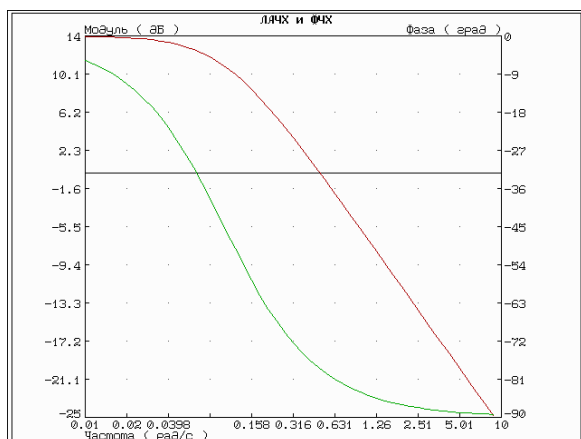


Рисунок 5 – ЛАЧХ и ФЧХ «по умолчанию»

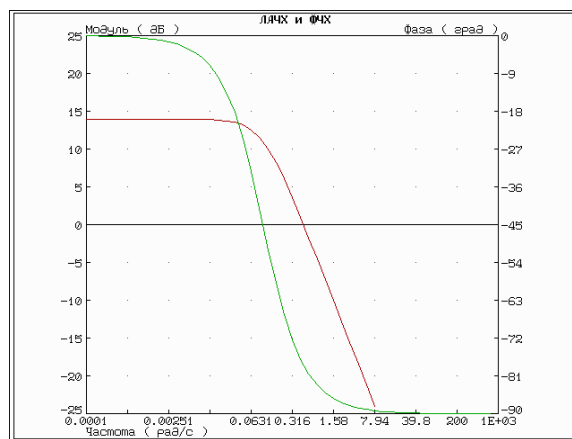


Рисунок 6 – Отмасштабированные ЛАЧХ и ФЧХ

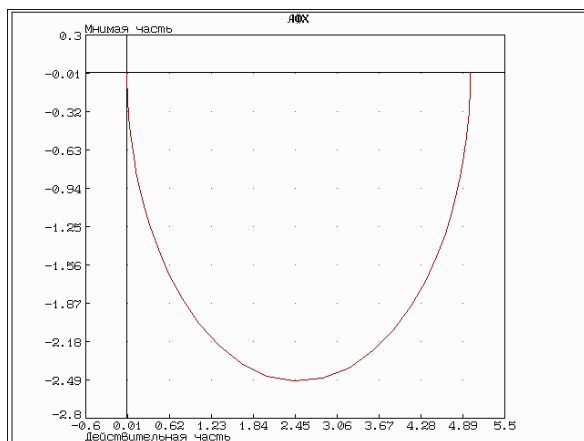


Рисунок 7 – Отмасштабированный годограф

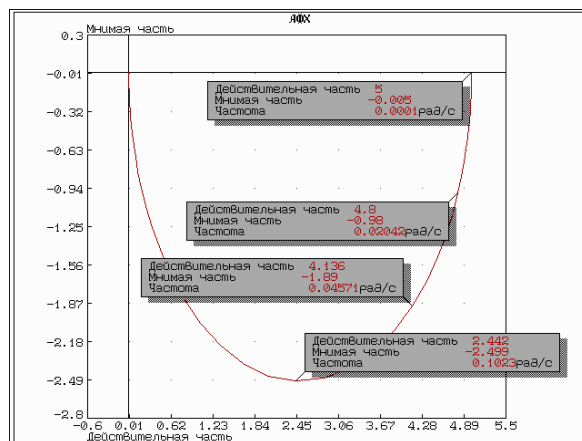


Рисунок 8 – Снятие точек для дальнейшего построения графиков ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в области низких частот

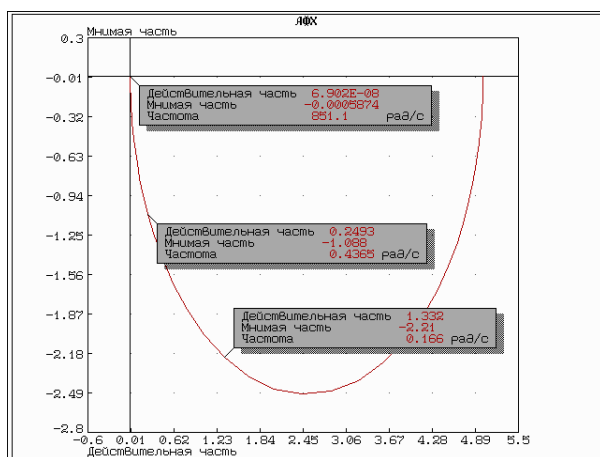


Рисунок 9 – Снятие точек для дальнейшего построения графиков ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в области высоких частот

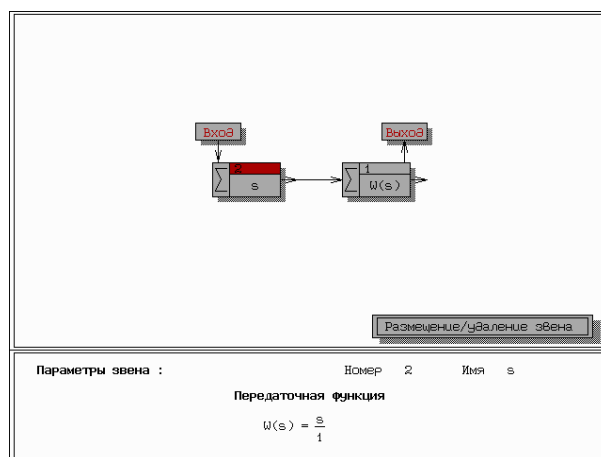


Рисунок 10 – Создание модели по схеме №2 (получение функции веса в виде переходной характеристики системы с формирующим фильтром)

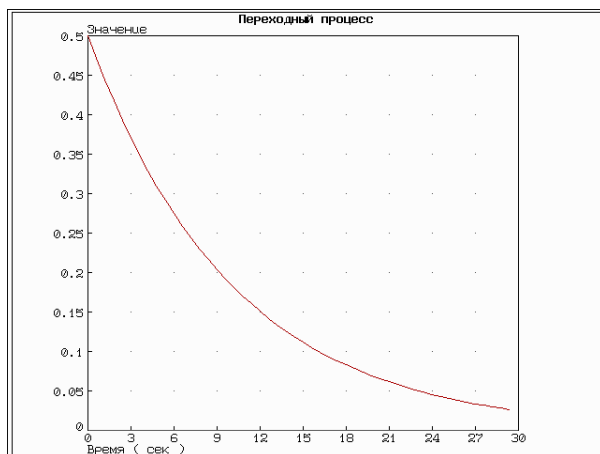


Рисунок 11 – Функция веса «по умолчанию»

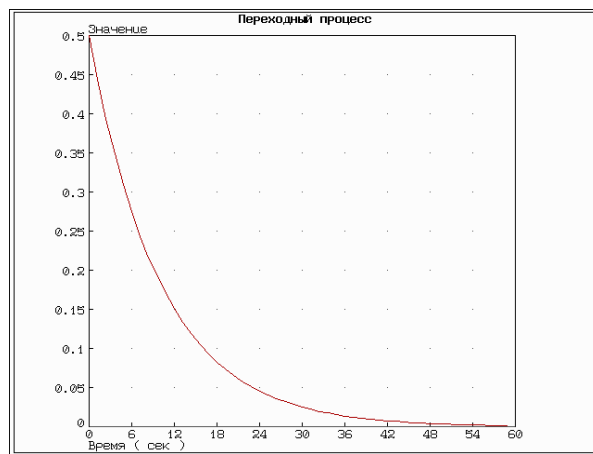
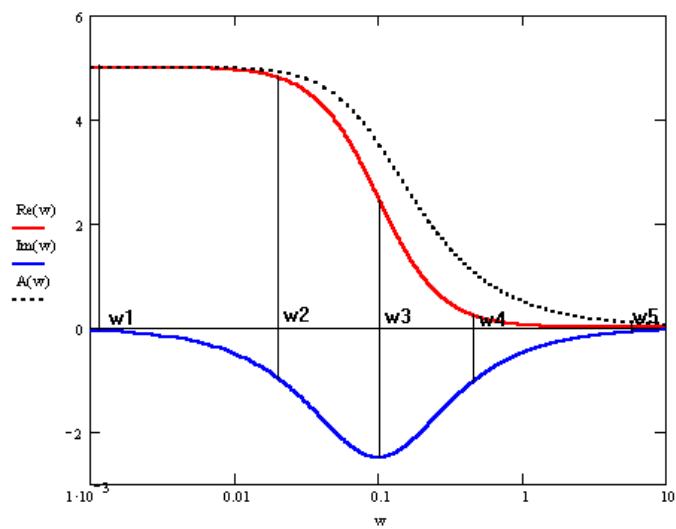


Рисунок 12 – Отмасштабированная функция веса



$$w := \begin{pmatrix} 0.001 \\ 0.02042 \\ 0.04571 \\ 0.1023 \\ 0.166 \\ 0.4365 \\ 851.1 \end{pmatrix} \quad \text{Re}(w) := \begin{pmatrix} 5 \\ 4.8 \\ 4.136 \\ 2.442 \\ 1.332 \\ 0.2493 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{Im}(w) := \begin{pmatrix} -0.005 \\ -0.98 \\ -1.89 \\ -2.499 \\ -2.21 \\ -1.088 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$A(w) := \sqrt{(\text{Re}(w))^2 + (\text{Im}(w))^2} \quad A(w) = \begin{pmatrix} 5 \\ 4.899 \\ 4.547 \\ 3.494 \\ 2.58 \\ 1.116 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 13 – Построение ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “Classic”

2 Аperiodическое звено второго порядка (АП-2) и колебательное звено (КЗ)

Цель работы: исследовать временные и частотные характеристики звеньев, оценить влияние параметров звеньев на вид характеристик

Исходные данные:

Звено	АП-2	КЗ
Передаточная функция	$W(s) = \frac{k}{T_2^2 s^2 + T_1 s + 1}$	$W(s) = \frac{k}{T_2^2 s^2 + T_1 s + 1}$
Значения параметров	$k = 20; \quad T_1 = 25n; 50n;$ $T_2 = 10n$	$k = 20; \quad T_1 = 10n; 5n;$ $T_2 = 10n$

n – № компьютера; k – коэффициент передачи (усиления),

T_1, T_2 – постоянные времени.

Временные характеристики

ПХ – переходная характеристика (переходная функция) $h(t)$;

ИПХ – импульсная переходная характеристика (импульсная переходная функция, функция веса) $w(t)$;

Частотные характеристики

ЧПФ – частотная передаточная функция (амплитудно-фазовая характеристика – АФХ, годограф звена) $W(j\omega)$;

ВЧПФ – вещественная передаточная функция $Re(\omega)$;

МЧПФ – мнимая передаточная функция $Im(\omega)$;

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика $A(\omega)$;

ФЧХ – фазо-частотная характеристика $\psi(\omega)$;

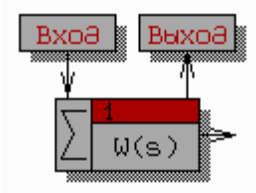
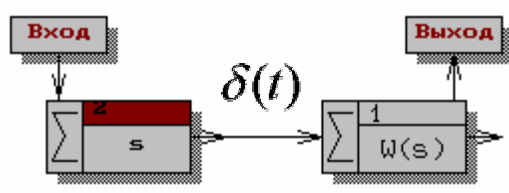
ЛАЧХ – логарифмическая амплитудно-частотная характеристика $L(\omega)$.

Порядок выполнения:

Подача входных воздействий и расчет временных и частотных характеристик производится в пакете “Classic” (при расчете характеристик или определение параметров звена в других системах моделирования последние упоминаются специально)

1. Формирование модели исследуемого звена
2. Установка первых значений параметров исследуемого звена
3. подача на вход звена единичной ступенчатой функции
 - Получение **отмасштабированного** графика ПХ $h(t)$.
4. Получение **отмасштабированных** частотных характеристик звеньев: ФЧХ, ЛАЧХ, ЧПФ (АФХ – годограф звена).
5. Получение частотных характеристик звеньев: ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “MathCad”
6. подача на вход звена единичного импульсного воздействия (дельта-функции) $\delta(t)$
 - Получение **отмасштабированного** графика функции веса (ИПХ) $w(t)$

Примечание: подача дельта-функции $\delta(t)$ на вход исследуемого звена осуществляется либо из списка входных стандартных (типовых) воздействий пакета “Classic”, либо путем подачи $\delta(t)$ с выхода формирующего фильтра – при расчете $w(t)$ по умолчанию как переходной функции (переходного процесса).

1 	2 
для снятия: ПХ, АФХ, ЛАЧХ, ФЧХ На вход исследуемого звена подается единичное ступенчатое воздействие $x_{ex}(t) = [1]$ (по умолчанию)	для получения ИПХ На вход исследуемого звена подается единичное импульсное воздействие (функция Дирака) $x_{ex}(t) = \delta(t)$

7. Задание вторых значений параметров исследуемого звена.
8. Повторное выполнение п.3,4,5,6.

Содержание отчета:

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Запись передаточной функции (ПФ) исследуемого звена автоматики
 - 3.1 Запись ПФ в параметрической форме
 - 3.2 Запись ПФ в числовой форме (после подстановки в ПФ числовых значений параметров)
- 4 Временной анализ
 - 4.1 Переходная функция или переходная характеристика (ПХ) $h(t)$
 - 4.2 Импульсная переходная характеристика (ИПХ или функция веса) $w(t)$
- 5 Частотный анализ
 - 5.1 Годограф звена (АФХ – амплитудно-фазовая характеристика) $W(j\omega)$
 - 5.2 Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) $\psi(\omega)$
 - 5.3 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) $L(\omega)$
 - 5.4 Вещественная частотная передаточная функция (ВЧПФ) $Re(\omega)$
 - 5.5 Мнимая частотная передаточная функция (МЧПФ) $Im(\omega)$
 - 5.6 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) $A(\omega)$

Контрольные вопросы:

1. Записать дифференциальные уравнения динамики инерционного звена второго порядка в классической и операторной форме, в виде изображений по Лапласу
2. Коэффициент демпфирования колебательного звена.
3. Общие признаки апериодического звена второго порядка и колебательного звена.
4. Как пропускает гармонические сигналы низкой частоты?
5. Какая связь между относительным коэффициентом демпфирования и степенью колебательности?
6. Понятие «консерватизм» звена.

7. Резонансная частота. Как определяется?
8. Чему равна АЧХ колебательного звена в случае равенства собственной частоты звена и частоты гармонического сигнала?
9. Привести примеры инерционных звеньев второго порядка.
10. Фильтр низкой частоты. Пояснить понятие фильтра низкой частоты?
11. Как связан выходной сигнал звена с входным в установившемся режиме?
12. Как связан коэффициент передачи статических (позиционных) звеньев с передаточной функцией?

3. Реальное дифференцирующее звено (РДЗ), идеальное (ИИЗ) и реальное (РИЗ) интегрирующие звенья

Цель работы: исследовать временные и частотные характеристики звеньев, оценить влияние параметров звеньев на вид характеристик

Исходные данные:

Звено	РДЗ	ИИЗ	РИЗ
Передаточная функция	$W(s) = \frac{k_{\partial}}{Ts + 1}$	$W(s) = \frac{1}{T_u s}$	$W(s) = \frac{1}{T_u s(Ts + 1)}$
Значения параметров	$k_{\partial} = 5; \quad T = 2n; 10n$	$T_u = 2n; 10n$	$T_u = 2n; 10n; \quad T = 10n$

n – № компьютера, k_{∂} – коэффициент дифференцирования,

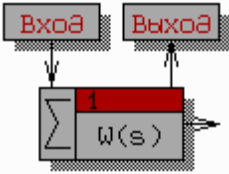
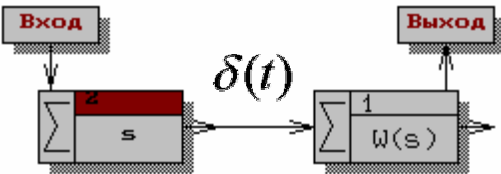
T_u – постоянная времени интегрирования, T – постоянная времени.

Порядок выполнения:

Подача входных воздействий и расчет временных и частотных характеристик производится в пакете “Classic” (при расчете характеристик или определение параметров звена в других системах моделирования, последние упоминаются специально)

1. Формирование модели исследуемого звена
2. Установка первых значений параметров исследуемого звена
3. подача на вход звена единичной ступенчатой функции
 - Получение **отмасштабированного** графика ПХ $h(t)$.
4. Получение **отмасштабированных** частотных характеристик звеньев: ФЧХ, ЛАЧХ, ЧПФ (АФХ – годограф звена).
5. Получение частотных характеристик звеньев: ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “MathCad”
6. подача на вход звена единичного импульсного воздействия (дельта-функции) $\delta(t)$
 - Получение **отмасштабированного** графика функции веса (ИПХ) $w(t)$

Примечание: подача дельта-функции $\delta(t)$ на вход исследуемого звена осуществляется либо из списка входных стандартных (типовых) воздействий пакета “Classic”, либо путем подачи $\delta(t)$ с выхода формирующего фильтра – при расчете $w(t)$ по умолчанию как переходной функции (переходного процесса).

1 	2 
для снятия: ПХ, АФХ, ЛАЧХ, ФЧХ На вход исследуемого звена подается единичное ступенчатое воздействие $x_{ex}(t) = [1]$ (по умолчанию)	для получения ИПХ На вход исследуемого звена подается единичное импульсное воздействие (функция Дирака) $x_{ex}(t) = \delta(t)$

7. Задание вторых значений параметров исследуемого звена.

8. Повторное выполнение п.3,4,5,6.

Содержание отчета:

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Запись передаточной функции (ПФ) исследуемого звена автоматики
 - 3.1 Запись ПФ в параметрической форме
 - 3.2 Запись ПФ в числовой форме (после подстановки в ПФ числовых значений параметров)
- 4 Временной анализ
 - 4.1 Переходная функция или переходная характеристика (ПХ) $h(t)$
 - 4.2 Импульсная переходная характеристика (ИПХ, или функция веса) $w(t)$
- 5 Частотный анализ
 - 5.1 Годограф звена (АФХ – амплитудно-фазовая характеристика) $W(j\omega)$
 - 5.2 Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) $\psi(\omega)$
 - 5.3 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) $L(\omega)$
 - 5.4 Вещественная частотная передаточная функция (ВЧПФ) $Re(\omega)$

- 5.5 Мнимая частотная передаточная функция (МЧПФ) $Im(\omega)$
- 5.6 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) $A(\omega)$

Контрольные вопросы:

1. Записать дифференциальные уравнения динамики идеального интегратора, реального интегратора, идеального и реального дифференцирующего звеньев.
2. Привести примеры интегрирующих свойств в объектах управления.
3. В чем состоит особенность интегрирующих и дифференцирующих звеньев?
4. Какой фазовый сдвиг вносят интеграторы в режиме гармонического колебания?
5. Можно ли считать интегрирующие звенья частотными фильтрами, какими и почему?
6. Графическое определение параметров интегрирующих звеньев.
7. Какой будет реакция дифференцирующего звена на линейное входное воздействие, дать объяснение?
8. Передают ли дифференцирующие звенья входные сигналы в статике, почему?
9. Какие фазовые сдвиги вносят дифференциаторы и можно ли их считать фильтрами?

4. Изодромные звенья (идеальное и реальное пропорционально-интегрирующие звенья (ПИ_и и ПИ_р))

Цель работы: исследовать временные и частотные характеристики звеньев, оценить влияние параметров звеньев на вид характеристик

Исходные данные:

Звено	ПИ _и	ПИ _р
Передаточная функция	$W(s) = k \left(1 + \frac{1}{T_u s} \right)$	$W(s) = \frac{k}{Ts + 1} \left(1 + \frac{1}{T_u s} \right)$
Значения параметров	$k = 10; \quad T_u = 2n; 10n$	$k = 10; \quad T_u = 2n; 10n$ $T = 0,5$

n – № компьютера; k_d – коэффициент дифференцирования, T_u – постоянная времени интегрирования, T – постоянная времени, k – коэффициент передачи

Порядок выполнения:

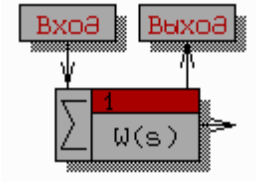
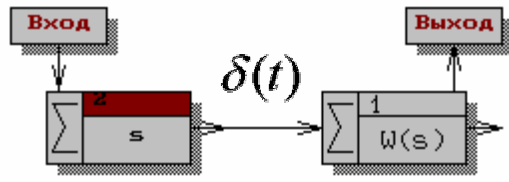
Подача входных воздействий и расчет временных и частотных характеристик производится в пакете “Classic” (при расчете характеристик или определение параметров звена в других системах моделирования последние упоминаются специально)

1. Формирование модели исследуемого звена
2. Установка первых значений параметров исследуемого звена
3. подача на вход звена единичной ступенчатой функции
 - Получение **отмасштабированного** графика ПХ $h(t)$.
4. Получение **отмасштабированных** частотных характеристик звеньев: ФЧХ, ЛАЧХ, ЧПФ (АФХ – годограф звена).
5. Получение частотных характеристик звеньев: ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “MathCad”

6. Подача на вход звена единичного импульсного воздействия (дельта-функции) $\delta(t)$

- Получение **отмасштабированного** графика функции веса (ИПХ) $w(t)$

Примечание: подача дельта-функции $\delta(t)$ на вход исследуемого звена осуществляется либо из списка входных стандартных (типовых) воздействий пакета “Classic”, либо путем подачи $\delta(t)$ с выхода формирующего фильтра – при расчете $w(t)$ по умолчанию как переходной функции (переходного процесса).

1 	2 
для снятия: ПХ, АФХ, ЛАЧХ, ФЧХ На вход исследуемого звена подается единичное ступенчатое воздействие $x_{ex}(t) = [1]$ (по умолчанию)	для получения ИПХ На вход исследуемого звена подается единичное импульсное воздействие (функция Дирака) $x_{ex}(t) = \delta(t)$

7. Задание вторых значений параметров исследуемого звена.

8. Повторное выполнение п.3,4,5,6.

Содержание отчета:

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Запись передаточной функции (ПФ) исследуемого звена автоматики
 - 3.1 Запись ПФ в параметрической форме
 - 3.2 Запись ПФ в числовой форме (после подстановки в ПФ числовых значений параметров)
- 4 Временной анализ
 - 4.1 Переходная функция или переходная характеристика (ПХ) $h(t)$
 - 4.2 Импульсная переходная характеристика (ИПХ или функция веса) $w(t)$
- 5 Частотный анализ
 - 5.1 Годограф звена (АФХ – амплитудно-фазовая характеристика) $W(j\omega)$

- 5.2 Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) $\psi(\omega)$
- 5.3 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) $L(\omega)$
- 5.4 Вещественная частотная передаточная функция (ВЧПФ) $Re(\omega)$
- 5.5 Мнимая частотная передаточная функция (МЧПФ) $Im(\omega)$
- 5.6 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) $A(\omega)$

Контрольные вопросы:

1. Записать дифференциальные уравнения динамики исследуемых звеньев.
2. Определить графическим способом параметры звеньев.
3. Пояснить «отработку» каждой из составляющих звена на полученных характеристиках.

5. Идеальное и реальное пропорционально-интегро-дифференцирующие звенья (ПИД_и и ПИД_р)

Цель работы: исследовать временные и частотные характеристики звеньев, оценить влияние параметров звеньев на вид характеристик

Исходные данные:

Звено	ПИД _и	ПИД _р
Передаточная функция	$W(s) = k \left(1 + \frac{1}{T_u s} + k_\partial s \right)$	$W(s) = \frac{k}{Ts + 1} \left(1 + \frac{1}{T_u s} + k_\partial s \right)$
Значения параметров	$k = 10; \quad T_u = 2n; 10n; \quad k_\partial = 5$	$k = 10; \quad T_u = 2n; 10n; \quad k_\partial = 5 \quad T = 0,5$

n – № компьютера; k_∂ – коэффициент дифференцирования, T_u – постоянная времени интегрирования, T – постоянная времени, k – коэффициент передачи.

Порядок выполнения:

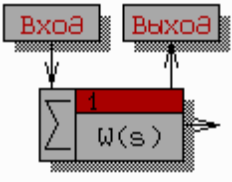
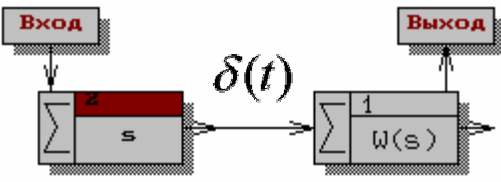
Подача входных воздействий и расчет временных и частотных характеристик производится в пакете “Classic” (при расчете характеристик или определение параметров звена в других системах моделирования, последние упоминаются специально)

1. Формирование модели исследуемого звена
2. Установка первых значений параметров исследуемого звена
3. подача на вход звена единичной ступенчатой функции
 - Получение **отмасштабированного** графика ПХ $h(t)$.
4. Получение **отмасштабированных** частотных характеристик звеньев: ФЧХ, ЛАЧХ, ЧПФ (АФХ – годограф звена).
5. Получение частотных характеристик звеньев: ВЧПФ, МЧПФ и АЧХ в пакете “MathCad”

6. Подача на вход звена единичного импульсного воздействия (дельта-функции) $\delta(t)$

- Получение **отмасштабированного** графика функции веса (ИПХ) $w(t)$

Примечание: подача дельта-функции $\delta(t)$ на вход исследуемого звена осуществляется либо из списка входных стандартных (типовых) воздействий пакета “Classic”, либо путем подачи $\delta(t)$ с выхода формирующего фильтра – при расчете $w(t)$ по умолчанию как переходной функции (переходного процесса).

1 	2 
для снятия: ПХ, АФХ, ЛАЧХ, ФЧХ На вход исследуемого звена подается единичное ступенчатое воздействие $x_{\text{вх}}(t) = [1]$ (по умолчанию)	для получения ИПХ На вход исследуемого звена подается единичное импульсное воздействие (функция Дирака) $x_{\text{вх}}(t) = \delta(t)$

7. Задание вторых значений параметров исследуемого звена.

8. Повторное выполнение п.3,4,5,6.

Содержание отчета:

- 1 Наименование работы
- 2 Цель работы
- 3 Запись передаточной функции (ПФ) исследуемого звена автоматики
 - 3.1 Запись ПФ в параметрической форме
 - 3.2 Запись ПФ в числовой форме (после подстановки в ПФ числовых значений параметров)
- 4 Временной анализ
 - 4.1 Переходная функция, или переходная характеристика (ПХ), $h(t)$
 - 4.2 Импульсная переходная характеристика (ИПХ, или функция веса) $w(t)$
- 5 Частотный анализ
 - 5.1 Годограф звена (АФХ – амплитудно-фазовая характеристика) $W(j\omega)$

- 5.2 Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) $\psi(\omega)$
- 5.3 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) $L(\omega)$
- 5.4 Вещественная частотная передаточная функция (ВЧПФ) $Re(\omega)$
- 5.5 Мнимая частотная передаточная функция (МЧПФ) $Im(\omega)$
- 5.6 Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) $A(\omega)$

Контрольные вопросы:

1. Записать дифференциальные уравнения динамики исследуемых звеньев.
2. Определить графическим способом параметры звеньев.
3. Пояснить «отработку» каждой из составляющих звена на полученных характеристиках.

6 Скаляризация векторных динамических систем

Цель работы: методика скаляризации векторных систем

Объект исследования – векторная динамическая система (ВДС). Вектор входных воздействий состоит из задающего $g(t)$ и возмущающего $f(t)$ воздействий. Цель исследований сводится к расчету реакции САУ (переходного процесса) на вектор входных воздействий в рамках моделирующей системы, которая может работать только с системами SISO. Для того, чтобы выполнить расчет векторной системы типа MISO (multi input – single output, множество входов – один выход), ее приводят к скаляризованной по входу векторной системе типа SISO (один вход – один выход), работающей как реальная векторная система MISO.

На рисунке 1 изображена структурная схема получения из реальной ВДС скалярной системы (т.е. здесь расширенной системы с двумя «параллельными» ветвями) при входном воздействии типа [1].

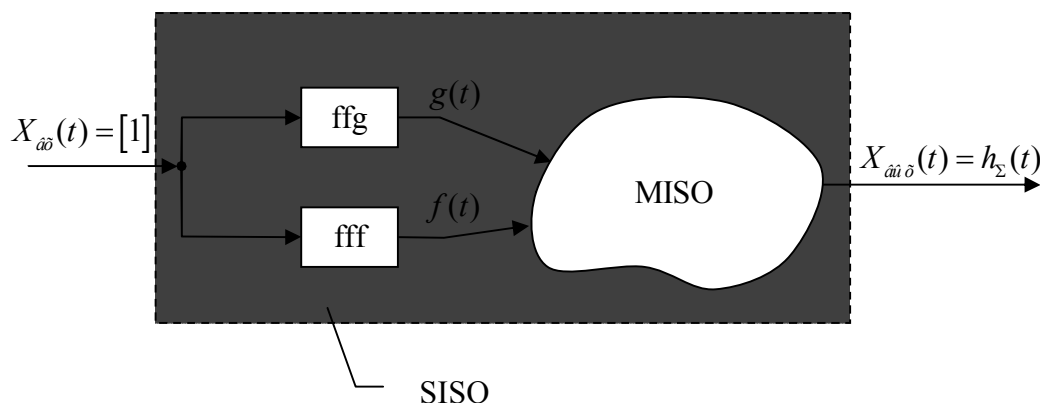


Рисунок 1 – Получение скаляризованной САУ (расширенной исходной системы)

На рисунке 1 показаны блоки:

ffg – формирующий фильтр задающего воздействия $g(t)$;

fff – формирующий фильтр возмущающего воздействия $f(t)$.

Формирующие фильтры вводят для получения воздействий (входных) произвольного характера. Передаточная функция формирующего фильтра по определению:

$$W(s)_{ff} = \frac{L\{X_{ex}(t)\}}{L\{X_{ex}(t)\}}$$

Например (как это показано на рисунке 1), при задании на входах двух формирующих фильтров воздействия [1], получаем передаточные функции этих фильтров:

$$W(s)_{ffg} = \frac{L\{g(t)\}}{L\{X_{exffg}(t)\}} = \frac{L\{g(t)\}}{L\{[1]\}} = S \cdot L\{g(t)\} = S \cdot g(S)$$

$$W(s)_{fff} = S \cdot f(S)$$

Суть скаляризации векторной САУ заключается в следующем. Чтобы найти реакцию САУ на вектор входных воздействий, находят последовательно реакции САУ на каждую из составляющих входного вектора (по каждому каналу вход-выход), а затем, суммируя полученные скалярные реакции – получают искомую реакцию САУ (переходный процесс САУ) на вектор входных воздействий. Данный подход к расчету векторных систем называют методом суперпозиции.

При расчете исходной ВДС по ее скаляризованной структуре (рис.1) SISO сначала определяют полную ПФ расширенной системы (включающей, помимо исходной САУ типа MISO, соответствующие формирующие фильтры – здесь блоки ffg и fff – рис.1), а затем рассчитывают реакцию расширенной САУ на входные воздействия (здесь – [1]). Следует осознавать, что эта реакция и есть реакция ВДС на два заданных входных воздействия $g(t)$ и $f(t)$.

Задание

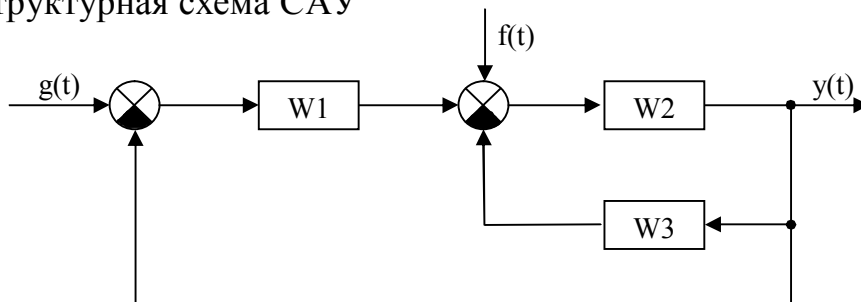
Найти реакцию САУ (переходный процесс) на вектор входных воздействий.

Исходные данные

Входные воздействия

$g(t) = X_m \cdot \sin \omega t$	$X_m = 0.5n$
$f(t) = X_e \cdot \exp(-t/T_e)$	$\omega, T = n$
	$X_e = 0.1n$

Структурная схема САУ



Передаточные функции звеньев

$$W_1(s) = \frac{0.5n}{ns + 1}$$

$$W_2(s) = \frac{1}{100s^2 + 20\xi + 1}, \quad \xi = 0.2n \quad W_3(s) = 0.5n$$

Порядок выполнения:

1. Сформировать модель САУ на компьютере в пакете “Classic”.
2. Получить переходный процесс по каналу “g(t) – y(t)”.
3. Получить переходный процесс по каналу “f(t) – y(t)”.
4. Получить суммарный переходный процесс y(t) как реакция САУ на одновременные действия двух входных сигналов g(t) и f(t).

Содержание отчета:

1. Наименование и цель работы.
2. Исходные данные и задание.
3. Передаточные функции формирующих фильтров.
4. Графики переходных процессов САУ.

Контрольные вопросы:

1. Что такое скаляризация векторных систем?
2. Какой принцип положен в основу методики?
3. Понятие «формирующий фильтр». Назначение формирующего фильтра.
4. Найти ПФ формирующего фильтра, когда входным воздействием является функция Дирака, линейное воздействие.
5. Разновидности векторных систем.