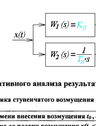
Вариант N10

Лабораторная работа N3.

Цель работы:

Изучение переходных и частотных характеристик схем параллельного соединения элементарных звеньев. Исследование влияния параметров звеньев на динамические характеристики соединения. Сравнение переходных и частотных характеристик соединения, полученных из эксперимента и аналитическим расчетом

Структурная схема соединения:



Результаты оперативного анализа результатов эксперимента

Характеристика ступенчатого возмущения на входе звена

Таб. 4.1

Момент времени внесения возмущения t_0, с	5
Сигнал на входе звена до подачи возмущения $x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	1,085
Сигнал на входе звена после подачи возмущения $x(t_1 > t_0)$, ед.вх.	0,586
Величина возмущения $\Delta x = x(t_1 > t_0) - x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	-0,499

Характеристика переходного процесса на выходе звена

Таб. 4.2

Начальное значение $y_{нач} = y(t_0)$, ед.вых	1
Установившееся значение (если есть) $y_{уст}$, ед.вых.	нет

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

Таб. 4.3

Время t_i, с	0	4	5	5	5,05	10	16				
$x(t_i)$, ед.вх.	1,085	1,085	1,085	0,586	0,586	0,586	0,586				
$y(t_i)$, ед.вых.	1	1	1	0,441	0,44	0,275	0,076				

Расчётные формулы обработки экспериментальных данных:

Для И-звена $W(s) = \frac{1}{Ts}$

Для П-звена $W(s) = Xm$

Для параллельного соединения И-звена и П-звена: $W(s) = \frac{1}{Ts} + Xm$

Tm = 13 Xm = 1.12

Таблица аналитических выражений для расчета передаточных и частотных динамических характеристик:

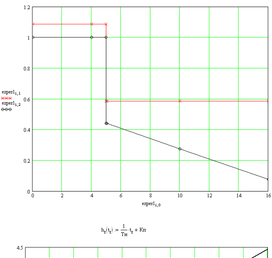
Аналитически рассчитанные графики переходных процессов

$i = 0..6$ $t_0 = 5$ $y_n = 1$ $\Delta x = -0.499$

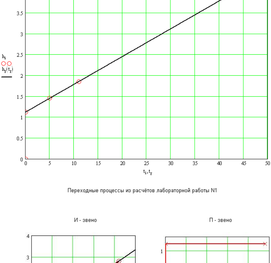
$t_i = expm1_{i,0} - t_0$ $h_i = if\left(t_i < 0, 0, \frac{expm1_{i,2} - y_n}{\Delta x}\right)$

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

$expm1 = \begin{pmatrix} 0 & 1.085 & 1 \\ 4 & 1.085 & 1 \\ 5 & 1.085 & 1 \\ 5 & 0.586 & 0.441 \\ 5.05 & 0.586 & 0.44 \\ 10 & 0.586 & 0.275 \\ 16 & 0.586 & 0.076 \end{pmatrix}$

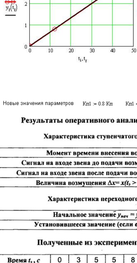


$h_i(t_i) = \frac{1}{Tm} \cdot t_i + Xm$

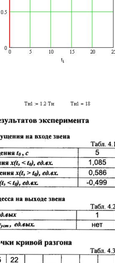


Переходные процессы из расчетов лабораторной работы N1

И - звено



П - звено



Новые значения параметров Xm1 = 0.8 Xm Xm1 = 0.896 Tm1 = 1.2 Tm Tm1 = 18

Результаты оперативного анализа результатов эксперимента

Характеристика ступенчатого возмущения на входе звена

Таб. 4.1

Момент времени внесения возмущения t_0, с	5
Сигнал на входе звена до подачи возмущения $x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	1,085
Сигнал на входе звена после подачи возмущения $x(t_1 > t_0)$, ед.вх.	0,586
Величина возмущения $\Delta x = x(t_1 > t_0) - x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	-0,499

Характеристика переходного процесса на выходе звена

Таб. 4.2

Начальное значение $y_{нач} = y(t_0)$, ед.вых	1
Установившееся значение (если есть) $y_{уст}$, ед.вых.	нет

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

Таб. 4.3

Время t_i, с	0	3	5	5	5	8	15	22				
$x(t_i)$, ед.вх.	1,085	1,085	1,085	0,586	0,586	0,586	0,586					
$y(t_i)$, ед.вых.	1	1	1	0,553	0,47	0,276	0,082					

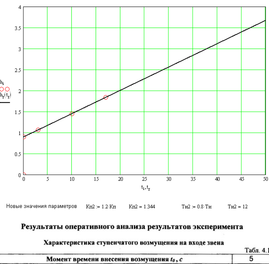
Аналитически рассчитанные графики переходных процессов

$i = 0..6$ $t_0 = 5$ $y_n = 1$ $\Delta x = -0.499$

$t_i = expm2_{i,0} - t_0$ $h_i = if\left(t_i < 0, 0, \frac{expm2_{i,2} - y_n}{\Delta x}\right)$

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

$expm2 = \begin{pmatrix} 0 & 1.085 & 1 \\ 3 & 1.085 & 1 \\ 5 & 1.085 & 1 \\ 5 & 0.586 & 0.553 \\ 8 & 0.586 & 0.47 \\ 15 & 0.586 & 0.276 \\ 22 & 0.586 & 0.082 \end{pmatrix}$



$h_i(t_i) = \frac{1}{Tm1} \cdot t_i + Xm1$

Новые значения параметров Xm2 = 1.2 Xm Xm2 = 1.344 Tm2 = 0.5 Tm Tm2 = 12

Результаты оперативного анализа результатов эксперимента

Характеристика ступенчатого возмущения на входе звена

Таб. 4.1

Момент времени внесения возмущения t_0, с	5
Сигнал на входе звена до подачи возмущения $x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	1,085
Сигнал на входе звена после подачи возмущения $x(t_1 > t_0)$, ед.вх.	0,586
Величина возмущения $\Delta x = x(t_1 > t_0) - x(t_0 < t_0)$, ед.вх.	-0,499

Характеристика переходного процесса на выходе звена

Таб. 4.2

Начальное значение $y_{нач} = y(t_0)$, ед.вых	1
Установившееся значение (если есть) $y_{уст}$, ед.вых.	нет

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

Таб. 4.3

Время t_i, с	0	3	5	5	5,05	9	12					
$x(t_i)$, ед.вх.	1,085	1,085	1,085	0,586	0,586	0,586	0,586					
$y(t_i)$, ед.вых.	1	1	1	0,33	0,328	0,163	0,039					

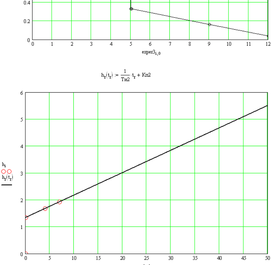
Аналитически рассчитанные графики переходных процессов

$i = 0..6$ $t_0 = 5$ $y_n = 1$ $\Delta x = -0.499$

$t_i = expm3_{i,0} - t_0$ $h_i = if\left(t_i < 0, 0, \frac{expm3_{i,2} - y_n}{\Delta x}\right)$

Полученные из эксперимента точки кривой разгона

$expm3 = \begin{pmatrix} 0 & 1.085 & 1 \\ 3 & 1.085 & 1 \\ 5 & 1.085 & 1 \\ 5 & 0.586 & 0.33 \\ 5.05 & 0.586 & 0.328 \\ 9 & 0.586 & 0.163 \\ 12 & 0.586 & 0.039 \end{pmatrix}$



$h_i(t_i) = \frac{1}{Tm2} \cdot t_i + Xm2$

Параллельное соединение КЧФ

Структурная схема соединения:

Таблица 5.2

Частота, ω	радиан/с	0	0,06	0,1	0,17	∞
Сдвиг колебаний выхода, Δt	секунд	∞	12,72	5,36	1,97	0
ФЧХ, φ (ω)	радиан	-1,571	-0,781	-0,537	-0,337	0
АЧХ, $A(\omega) = A_y(\omega)/A_x(\omega)$	ед.вых/ед.вх.	∞	1,578	1,303	1,187	1,12
Вещественная часть КЧХ $Re(\omega) = A(\omega)\cos[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Мнимая часть КЧХ $Im(\omega) = A(\omega)\sin[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	- ∞	-1,111	-0,666	-0,392	0

Расчётные формулы обработки экспериментальных данных.

$i := 0..4$

$$\omega := \begin{pmatrix} 10^{-100} \\ 0.06 \\ 0.1 \\ 0.17 \\ 10^{100} \end{pmatrix} \qquad \psi(\omega) := \mathrm{atan}(Tи\cdot\omega) - \frac{\pi}{2} \qquad \phi(\omega) := \begin{pmatrix} -1.571 \\ -0.781 \\ -0.537 \\ -0.337 \\ 0 \end{pmatrix}$$

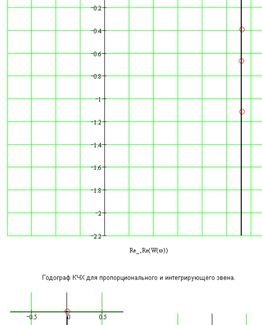
Вещественная часть КЧФ:

$$A(\omega) := \begin{pmatrix} \infty \\ 1.578 \\ 1.303 \\ 1.187 \\ 1.12 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх} \qquad Re_{-i} := A(\omega)_i\cdot\cos(\phi(\omega)_i) \qquad Re_{-0} := 1.12 \qquad Re_{-i} = \begin{pmatrix} 1.12 \\ 1.12 \\ 1.12 \\ 1.12 \\ 1.12 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

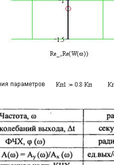
Мнимая часть КЧФ:

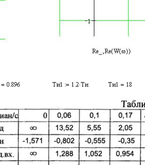
$$Im_{-i} := A(\omega)_i\cdot\sin(\phi(\omega)_i) \qquad Im_{-i} = \begin{pmatrix} -1\times10^{307} \\ -1.111 \\ -0.666 \\ -0.392 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

Аналитическое построение графика: $W(\omega) := \left(\frac{1}{Tи\cdot i\cdot\omega}\right)$



Годограф КЧФ для пропорционального и интегрирующего звена.





Новые значения параметров $Kп1 := 0.8\cdot Kп$ $Kп1 = 0.896$ $Tи1 := 1.2\cdot Tи$ $Tи1 = 18$

Таблица 5.2

Частота, ω	радиан/с	0	0,06	0,1	0,17	∞
Сдвиг колебаний выхода, Δt	секунд	∞	13,52	5,55	2,05	0
ФЧХ, φ (ω)	радиан	-1,571	-0,802	-0,555	-0,35	0
АЧХ, $A(\omega) = A_y(\omega)/A_x(\omega)$	ед.вых/ед.вх.	∞	1,288	1,052	0,954	0,896
Вещественная часть КЧХ $Re(\omega) = A(\omega)\cos[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	0,896	0,896	0,896	0,896	0,896
Мнимая часть КЧХ $Im(\omega) = A(\omega)\sin[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	- ∞	-0,926	-0,555	-0,327	0

Расчётные формулы обработки экспериментальных данных.

$$\psi(\omega) := \mathrm{atan}(Kп1\cdot Tи1\cdot\omega) - \frac{\pi}{2} \qquad \phi(\omega) := \begin{pmatrix} -1.571 \\ -0.802 \\ -0.555 \\ -0.35 \\ 0 \end{pmatrix}$$

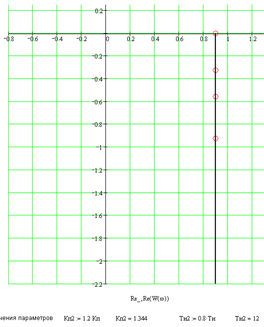
Вещественная часть КЧФ:

$$A(\omega) := \begin{pmatrix} \infty \\ 1.288 \\ 1.054 \\ 0.954 \\ Kп1 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх} \qquad Re_{-i} := A(\omega)_i\cdot\cos(\phi(\omega)_i) \qquad Re_{-0} := Kп1 \qquad Re_{-i} = \begin{pmatrix} 0.896 \\ 0.896 \\ 0.896 \\ 0.896 \\ 0.896 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

Мнимая часть КЧФ:

$$Im_{-i} := A(\omega)_i\cdot\sin(\phi(\omega)_i) \qquad Im_{-i} = \begin{pmatrix} -1\times10^{307} \\ -0.926 \\ -0.555 \\ -0.327 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

Аналитическое построение графика: $W(\omega) := \left(\frac{1}{Tи1\cdot i\cdot\omega} + Kп1\right)$



Новые значения параметров $Kп2 := 1.2\cdot Kп$ $Kп2 = 1.344$ $Tи2 := 0.8\cdot Tи$ $Tи2 = 12$

Таблица 5.2

Частота, ω	радиан/с	0	0,06	0,1	0,17	∞
Сдвиг колебаний выхода, Δt	секунд	∞	13,53	5,61	2,06	0
ФЧХ, φ (ω)	радиан	-1,571	-0,802	-0,555	-0,35	0
АЧХ, $A(\omega) = A_y(\omega)/A_x(\omega)$	ед.вых/ед.вх.	∞	1,933	1,581	1,431	1,344
Вещественная часть КЧХ $Re(\omega) = A(\omega)\cos[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	1,344	1,344	1,344	1,344	1,344
Мнимая часть КЧХ $Im(\omega) = A(\omega)\sin[\varphi(\omega)]$	ед.вых/ед.вх.	- ∞	-1,389	-0,833	-0,49	0

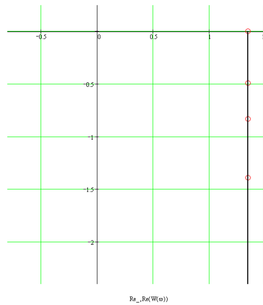
Расчётные формулы обработки экспериментальных данных.

$$\psi(\omega) := \mathrm{atan}(Kп2\cdot Tи2\cdot\omega) - \frac{\pi}{2} \qquad \phi(\omega) := \begin{pmatrix} -1.571 \\ -0.802 \\ -0.555 \\ -0.35 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Вещественная часть КЧФ:

$$A(\omega) := \begin{pmatrix} \infty \\ 1.933 \\ 1.581 \\ 1.431 \\ 1.344 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх} \qquad Re_{-i} := A(\omega)_i\cdot\cos(\phi(\omega)_i) \qquad Re_{-0} := 1.344 \qquad Re_{-i} = \begin{pmatrix} 1.344 \\ 1.344 \\ 1.344 \\ 1.344 \\ 1.344 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

Мнимая часть КЧФ:

$$Im_{-i} := A(\omega)_i\cdot\sin(\phi(\omega)_i) \qquad Im_{-i} = \begin{pmatrix} -1\times10^{307} \\ -1.389 \\ -0.833 \\ -0.49 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad \frac{ед_вых}{ед_вх}$$

Аналитическое построение графика: $W(\omega) := \left(\frac{1}{Tи2\cdot i\cdot\omega} + Kп2\right)$