

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Задание № 3

Анализ устойчивости регуляторов по критерию Найквиста

Студент группы 18205
Нелтанов Баярто
Васильевич
"25" апреля 2024 г.

Преподаватель
Желябовский Дмитрий
Сергеевич
"25" апреля 2024 г.

Введение

Цель задания: исследовать запас устойчивости ПИ- и ПИД-регуляторов по амплитуде и фазе по годографу Найквиста.

Система $x = Wu$ **устойчива**, если для любой ненулевой ограниченной функции входа $u(t)$, $|u(t)| \leq cu < \infty$, функция выхода $x(t)$ ограничена: $|x(t)| \leq cx < \infty$, $t > 0$. Система с нулевой входной функцией $u(t) \equiv 0$ **устойчива**, если функция выхода с ростом времени стремится к нулю $x(t) \rightarrow 0$.

Теорема. (Г. Найквист, 1932). Замкнутая система с передаточной функцией $W(s)$ устойчива тогда и только тогда, когда годограф $v(i\omega) = W_1(i\omega)W_2(i\omega)$, $\omega > 0$ (годограф Найквиста) охватывает точку -1 ровно $l/2$ раз.

Постановка задачи

Пусть $a > 0$ есть расстояние от нулевой точки комплексной плоскости до точки пересечения годографа с отрезком $(-1, 0)$. Показатель устойчивости **по амплитуде** определяется соотношением $Ka = 20\lg(1/a)$. Считается, что система имеет достаточный запас устойчивости по амплитуде, если $Ka > 3$.

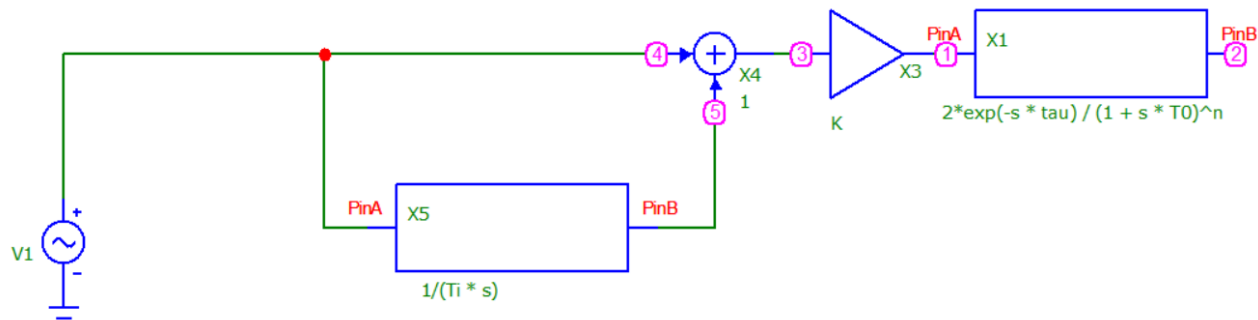
Запас устойчивости **по фазе** определяется величиной угла $\Delta\phi$ между лучом $(-\infty, 0)$ и направлением из нуля на точку пересечения годографа с единичной окружностью. Считается, что система имеет достаточный запас устойчивости по фазе, если $\Delta\phi > 30^\circ$.

Достаточным считается запас устойчивости по фазе не менее 30-60 градусов, а по амплитуде не менее 6-12 дБ.

В задании № 3 **требуется** определить запас устойчивости по фазе и по амплитуде для систем автоматического управления с объектом управления из задания №1 при трех значениях чистого запаздывания с ПИ и ПИД регуляторами. Параметры ПИ- и ПИД-регуляторов получены при выполнении задания №1 оптимальной настройкой по интегральному критерию качества.

Схемы и результаты моделирования

Ниже представлена структурная схема моделирования частотных характеристик с ПИ-регулятором.



В табл.1 представлены результаты исследования запаса устойчивости САР с ПИ-регулятором.

Таблица 1. Результаты исследования запаса устойчивости с ПИ-регулятором

Параметры			Показатели устойчивости	
T	K	$T_{и}$	Φ	Ka
0	0.6	7.38	65	4.5
1.5	0.45	9	78	4.4
3.0	0.38	11.6	92	4.7

Ниже представлена структурная схема моделирования частотных характеристик с ПИД-регулятором.

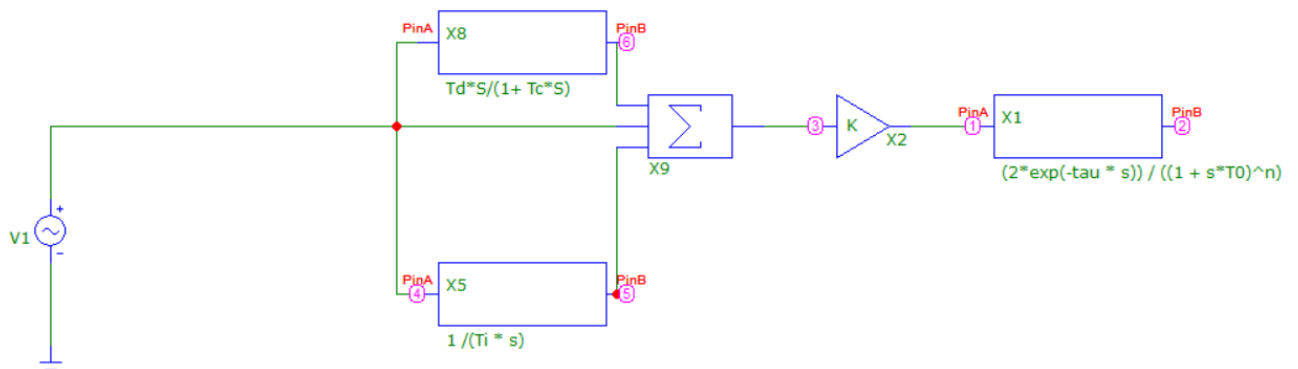


Таблица 2. Результаты исследования запаса устойчивости САР с ПИД-регулятором при $T_d=0.25T_{и}$.

Параметры			Показатели устойчивости	
T	K	$T_{и}$	Φ	Ka
0	0.65	4.8	62	6.1
1.5	0.47	5	59	4.9
3.0	0.38	6.14	67	5.2

Вывод

По полученным данным видно, что по фазе более устойчив ПИ-регулятор, а по амплитуде - ПИД-регулятор.