|  |
| --- |
| Изображение выглядит как зарисовка, эмблема, символ, герб  Автоматически созданное описание |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего профессионального образования**"МИРЭА – Российский технологический университет"****РТУ МИРЭА** |
| Институт искусственного интеллекта |
| Кафедра проблем управления |

**Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем**

|  |  |
| --- | --- |
| **ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1** | |
|  | |
| **Тема лабораторной работы:** «Отладка программного обеспечения робототехнических систем с использованием виртуального моделирования» | |
|  | |
| **Выполнил студент группы**  КРБО – 01 – 20 | Суслова А.В.  Жиделев А.А.  Дуда А.Ю. |
| **Принял** | Морозов А.А. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |

Москва 2023

**Цель работы**: получение навыков моделирования объекта управления в

промышленных системах автоматического управления и создание

функциональных блоков.

**Задание:** создать виртуальную систему управления (рис. 1),

включающую: модель объекта управления (рис. 2), ПИ-регулятор (рис. 3),

сумматор и обратную связь. Передаточная функция объекта: .

Изображение выглядит как линия, диаграмма, Шрифт, зарисовка

Автоматически созданное описание

Рис. 1 – Структура системы управления

Изображение выглядит как диаграмма, линия, Технический чертеж, зарисовка

Автоматически созданное описание

Рис. 2 – Структура объекта управления

Изображение выглядит как диаграмма, Технический чертеж, линия, План

Автоматически созданное описание

Рис. 3 – Структура объекта управления

**Ход работы**

Создадим в среде Automation Studio проект, содержащий объекты ANSI C Program и ANSI C Library «MotorControl». Также создадим в библиотеке 3 функциональных блока: «FB\_Motor», «FB\_Regulator» и «FB\_Integrator». Блоки представляют из себя модели двигателя помотанного тока, ПИ-регулятора и интегратора соответственно. Рассмотрим каждый блок подробнее.

1. Интегратор (FB\_Integrator).

Таблица 1 - Параметры функционального блока FB\_Integrator

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Конфигурация | Имя | Тип данных | Описание |
| Вход | in | REAL | Вход интегрирующего звена |
| Выход | out | REAL | Выход интегрирующего звена |
| Внутренне состояние | dt | REAL | Шаг расчета, с |

1. ДПТ (FB\_Motor).

Таблица 2 – Параметры функционального блока FBMotor

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Конфигурация | Имя | Тип данных | Описание |
| Вход | u | REAL | Входное напряжение, В |
| Выход | w | REAL | Частота вращения, об/мин |
| Выход | phi | REAL | Положение, рад |
| Внутренне состояние | integrator | FB\_Integrator | Интегратор |
| Внутренне состояние | Tm | REAL | Электромеханическая постоянная времени, с |
| Внутренне состояние | ke | REAL | Постоянная ЭДС двигателя, В\*мин/об |
| Внутренне состояние | dt | REAL | Шаг расчета, с |

1. ПИ-регулятор (FB\_Regulator).

Таблица 3 - Параметры функционального блока FB\_Regulator

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Конфигурация | Имя | Тип данных | Описание |
| Вход | e | REAL | Рассогласование между задающим воздействием и реальной скоростью вращения вала ДПТ, об/мин |
| Выход | u | REAL | Напряжение на входе, В |
| Внутренне состояние | k\_p | REAL | Пропорциональный коэффициент регулятора |
| Внутренне состояние | k\_i | REAL | Интегральный коэффициент регулятора |
| Внутренне состояние | Integrator | FB\_Integrator | Интегратор |
| Внутренне состояние | iyOld | REAL | Хранение предыдущего значения схемы противонакопления |
| Внутренне состояние | max\_abs\_value | REAL | Граница блока ограничения, В |
| Внутренне состояние | dt | REAL | Шаг расчёта, с |

Коэффициенты регуляторов рассчитываются по формулам:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, число, Параллельный

Автоматически созданное описание

Рис. 4 – Параметры функциональных блоков

Создадим переменные в основной программе.

Таблица 4 – Переменные основной программы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Имя | Тип данных | Описание |
| fb\_controller | FB\_Controller | Рассогласование между задающим воздействием и реальной скоростью вращения вала ДПТ, об/мин |
| fb\_motor | FB\_Motor | Напряжение на входе ДПТ, В |
| Speed | REAL | Уставка по скорости |
| Enable | BOOL | Интегральный коэффициент регулятора |

Изображение выглядит как текст, число, линия, График

Автоматически созданное описание

Рис. 5 – Настройки переменных основной программы

**Результаты тестирования**

С помощью инструмента Trace снимем показания изменения трех величин: speed, fb\_motor1.w, fb\_motor2.w. Параметры и выберем равными:

1. ;
2. ;
3. .

Параметры регуляторов рассчитываются в соответствии с формулами, указанными в предыдущем пункте.

Изображение выглядит как текст, линия, снимок экрана, число

Автоматически созданное описание

Рис. 6 - График уставки, скорости вращения двигателя без регулятора и скорости вращения двигателя с настроенным регулятором (1)

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, График

Автоматически созданное описание

Рис. 7 - График уставки, скорости вращения двигателя без регулятора и скорости вращения двигателя с настроенным регулятором (2)

Изображение выглядит как текст, линия, Шрифт, снимок экрана

Автоматически созданное описание

Рис. 8 - График уставки, скорости вращения двигателя без регулятора и скорости вращения двигателя с настроенным регулятором (3)

**Вывод**

В ходе выполнения лабораторной работы была создана модель системы управления, включающая: модель объекта управления, ПИ-регулятор, сумматор и обратную связь. Было проведено сравнение работы двигателя с регулятором и без него.

**Листинг исходного кода**

**Листинг файла main.c**

[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) <bur/plctypes.h>  
  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_DEFAULT\_INCLUDES  
[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) <AsDefault.h>  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
  
void \_INIT ProgramInit(void)  
{  
[fb\_motor1.ke](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Ffb_motor1.ke&cc_key=) = 6.1;  
[fb\_motor1.Tm](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Ffb_motor1.Tm&cc_key=) = 0.0216;  
fb\_motor1.u = 0;  
fb\_motor1.dt = 0.01;  
  
[fb\_motor2.ke](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Ffb_motor2.ke&cc_key=) = 6.1;  
[fb\_motor2.Tm](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Ffb_motor2.Tm&cc_key=) = 0.0216;  
fb\_motor2.u = 0;  
fb\_motor2.dt = 0.01;  
  
  
fb\_controller.k\_p = 0.78;  
fb\_controller.k\_i = 7.2;  
fb\_controller.max\_abs\_value = 24.0;  
fb\_controller.dt = 0.01;  
  
speed = 0;  
counter = 0;  
enable = 1;  
}  
  
void \_CYCLIC ProgramCyclic(void)  
{  
if(enable)  
{  
if(counter == 200)  
{  
speed = 0;  
counter = 0;  
}  
else if (counter == 50)  
{  
speed = 50;  
}  
  
fb\_controller.e\_in = speed - fb\_motor1.w;  
FB\_Controller(&fb\_controller);  
  
fb\_motor1.u = fb\_controller.u\_out;  
FB\_Motor(&fb\_motor1);  
  
fb\_motor2.u = speed \* [fb\_motor2.ke](https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Ffb_motor2.ke&cc_key=);  
FB\_Motor(&fb\_motor2);  
  
counter++;  
}  
}  
  
void \_EXIT ProgramExit(void)  
{  
  
}

**Листинг файла FB\_Integrator**

[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) <bur/plctypes.h>  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
extern "C"  
{  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) "TEMALAB1.h"  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
};  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
/\* TODO: Add your comment here \*/  
void FB\_Integrator(struct FB\_Integrator\* inst)  
{  
inst->dt = d\_t;  
inst->out = inst->dt \* inst->in + inst->prev\_value;  
inst->prev\_value = inst->out;  
}

**Листинг программы FB\_Controller.c**

[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) <bur/plctypes.h>  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
extern "C"  
{  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) "TEMALAB1.h"  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
};  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
/\* TODO: Add your comment here \*/  
void FB\_Controller(struct FB\_Controller\* inst)  
{  
REAL a = inst->e\_in \* inst->k\_p;  
REAL b = inst->e\_in \* inst->k\_i;  
  
a = a > inst->max\_abs\_value ? inst->max\_abs\_value : a;  
a = a < -inst->max\_abs\_value ? -inst->max\_abs\_value : a;  
  
inst->integrator.in = b + inst->last\_sum;  
FB\_Integrator(&inst->integrator);  
  
REAL sum = a + inst->integrator.out;  
  
inst->u\_out = sum;//inst->u\_out = inst->a  
  
inst->u\_out = inst->u\_out > inst->max\_abs\_value ? inst->max\_abs\_value : inst->u\_out;  
inst->u\_out = inst->u\_out < -inst->max\_abs\_value ? -inst->max\_abs\_value : inst->u\_out;  
  
inst->last\_sum = inst->u\_out - sum; //inst->iyOld = inst->u\_out - sum;  
  
}

**Листинг FB\_motor.c**

[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) <bur/plctypes.h>  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
extern "C"  
{  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
[#include](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23include) "TEMALAB1.h"  
[#ifdef](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23ifdef) \_\_cplusplus  
};  
[#endif](https://vk.com/im?sel=176286475&st=%23endif)  
/\* TODO: Add your comment here \*/  
void FB\_Motor(struct FB\_Motor\* inst)  
{  
REAL a = (inst->u/inst->ke) - inst->w;  
REAL b = a / inst->Tm;  
  
inst->integrator.in = b;  
FB\_Integrator(&inst->integrator);  
  
inst->w = inst->integrator.out;  
  
inst->integrator.in = inst->w;  
FB\_Integrator(&inst->integrator);  
  
inst->phi = inst->integrator.out;  
  
}