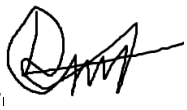
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»
РТУ МИРЭА
Институт информационных технологий
Кафедра вычислительной техники

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине «Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем»

Тема: «Отладка программного обеспечения роботехнических систем с использованием виртуального моделирования »

Студент группы КРБО-03-17. Орлов Д.Л. 

Руководитель: Морозов А.А._____

Москва
2020

Цель работы: получение навыков моделирования объекта управления в промышленных системах автоматического управления и создание функциональных блоков. Задание: создать виртуальную систему управления (рис. 1 .1), включающую: модель объекта управления (рис. 1 .2), ПИ-регулятор (рис. 1 .3), сумматор и обратную связь. Передаточная функция объекта: $W = \frac{1}{k_e \cdot (T_м s + 1)}$.

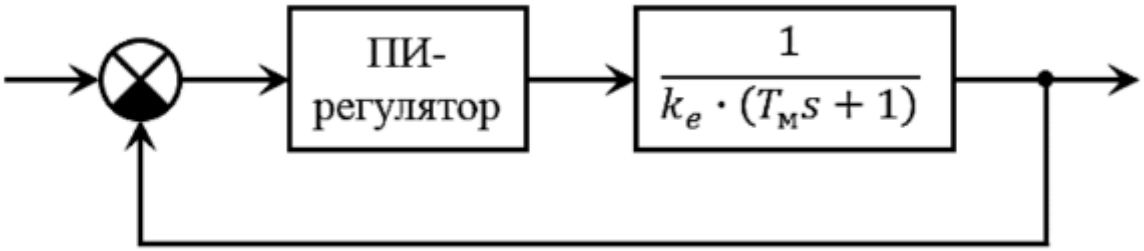


Рис. 1.1 – Структура системы управления

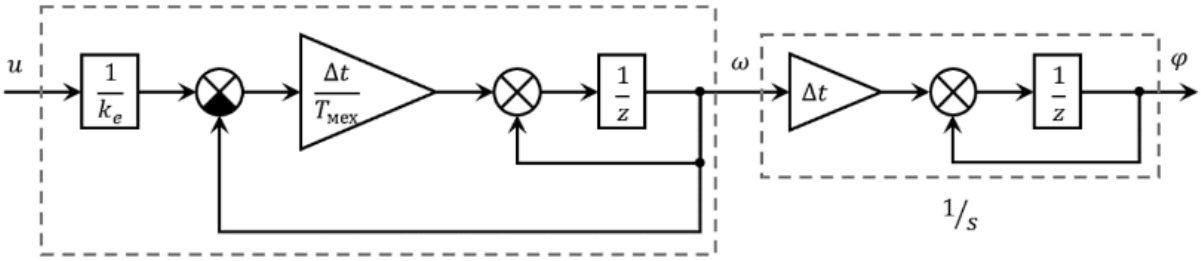


Рис. 1.2 – Структура объекта управления

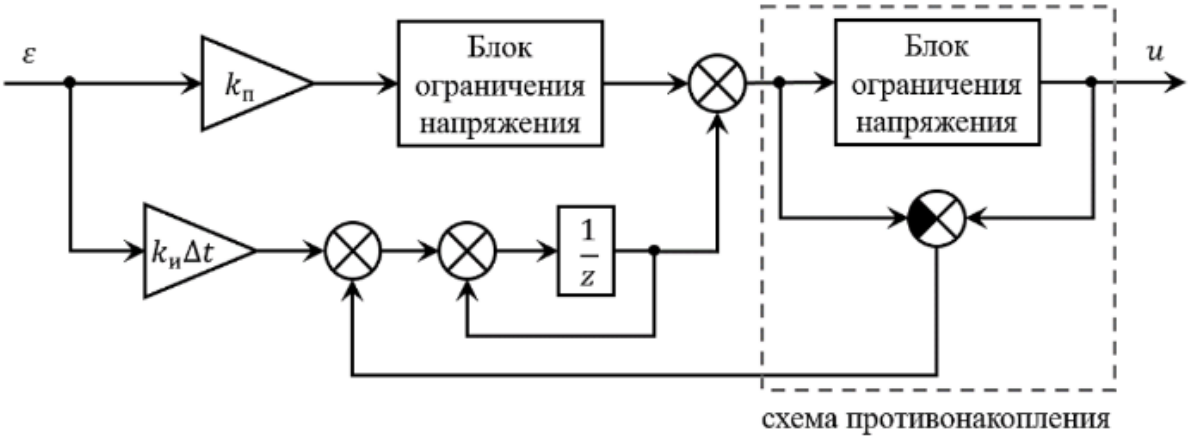


Рис. 1.3 – Структура ПИ-регулятора

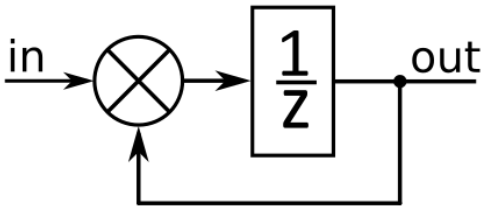


Рис. 1.4. Структура блока интегратора.

Порядок выполнения:

1. Создать проект и добавить в него перечень объектов для реализации требуемых моделей;

2. Создать новый проект в среде Automation Studio без конфигурации оборудования (см. указания 1).

3. Создать в проекте объекты (см. указания 1).:

А) ANSI C Program;

Б) ANSI C Library «MotorControl».

5. В библиотеке создать 3 функциональных блока (см. указания 3) и дать им имена:

А) «FB_Motor», в котором далее реализуем модель двигателя постоянного тока;

Б) «FB_Regulator», выполняющий роль модели ПИ-регулятора.

В) «FB_Integrator», представляющим из себя модель интегрирующего звена.

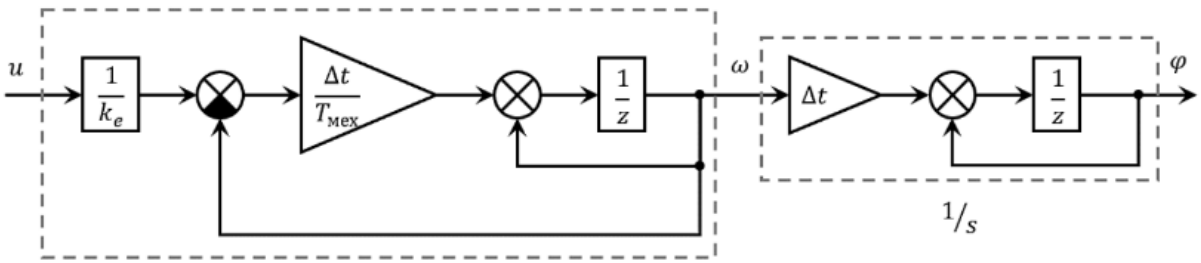


Рис. 2. Структура модели объекта управления.

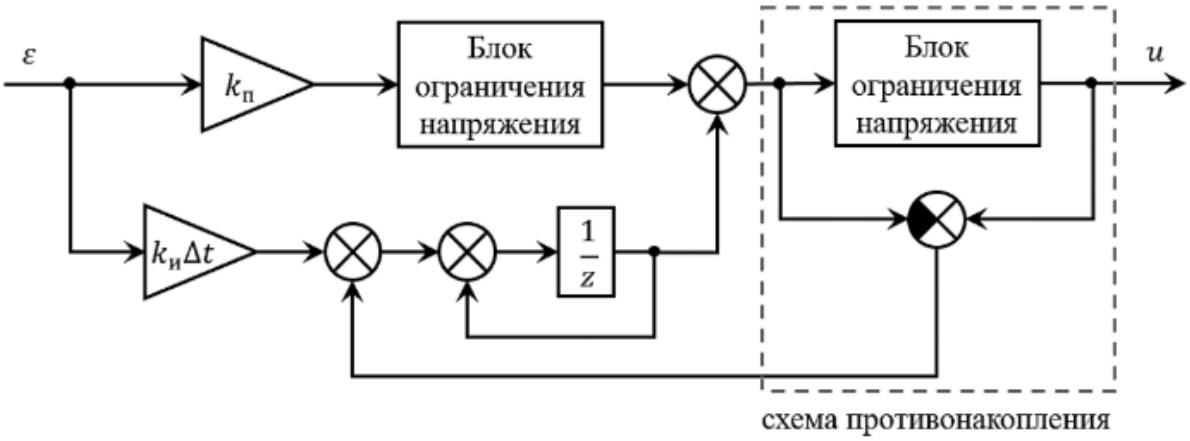


Рис. 3. Структура ПИ – регулятора.

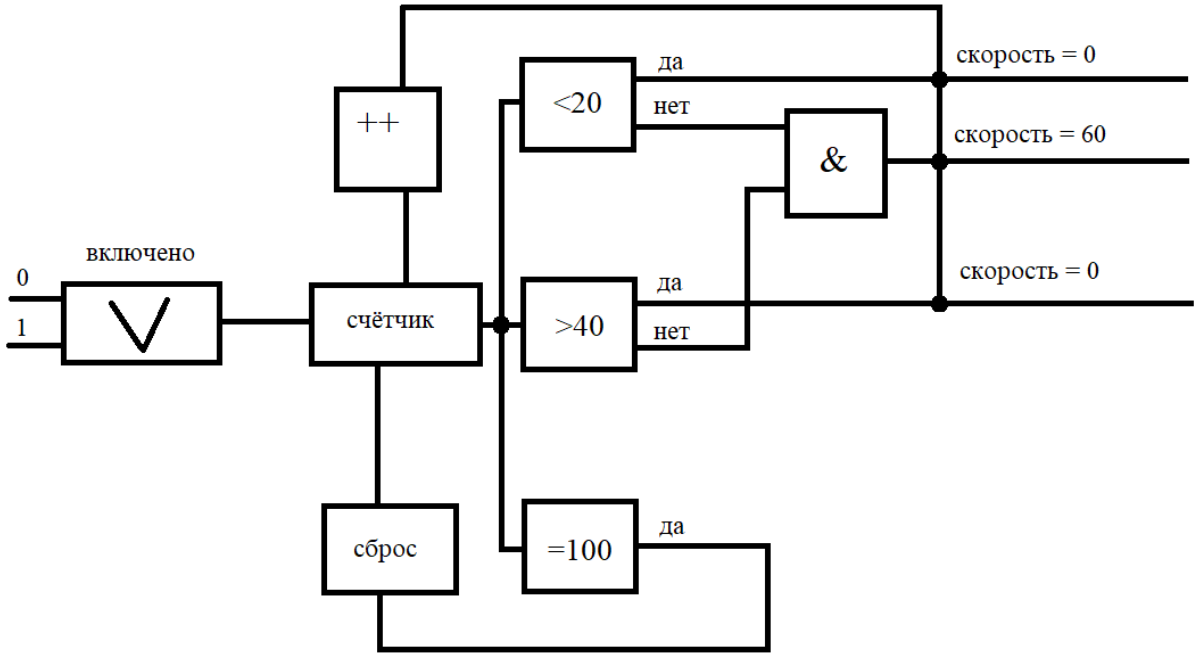


Рис. 4. Структурная схема конечного автомата.

Система имеет два состояния: работа двигателя с регулятором и без регулятора. Класс MotorCon содержит три функциональных блока: FB_Motor, FB_Integrator и FB_Regulator, отвечающие за обработку входного сигнала.

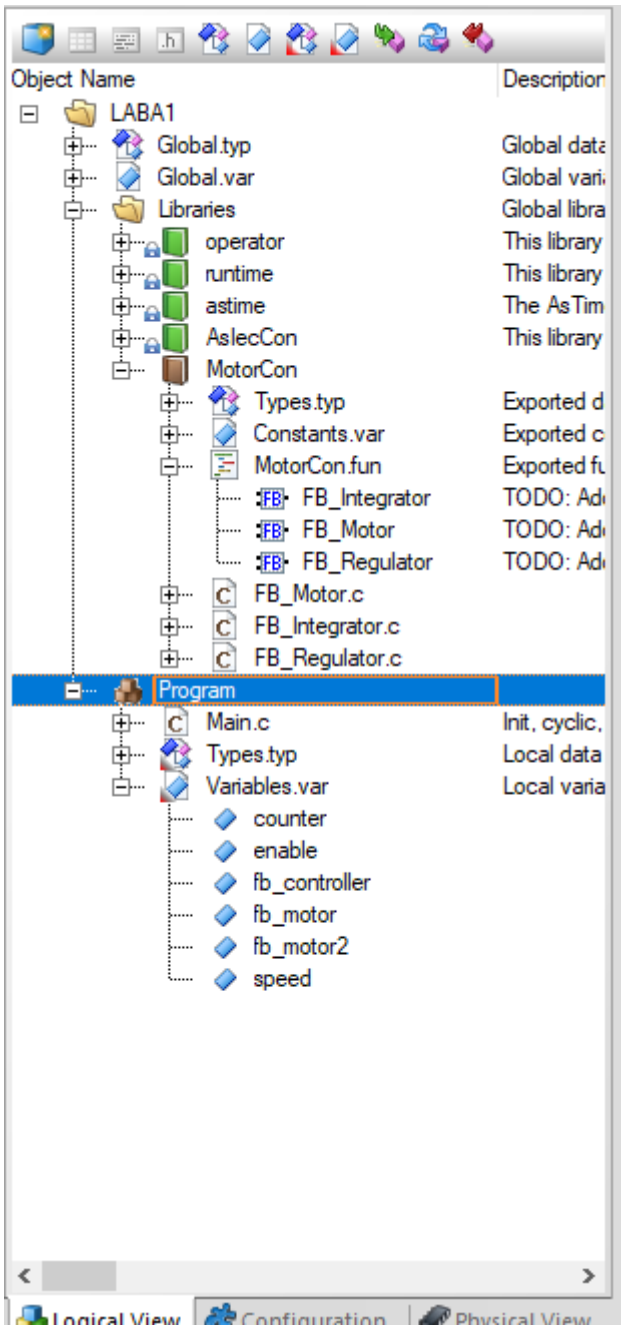


Рис. 5. Иерархическая структура проекта.

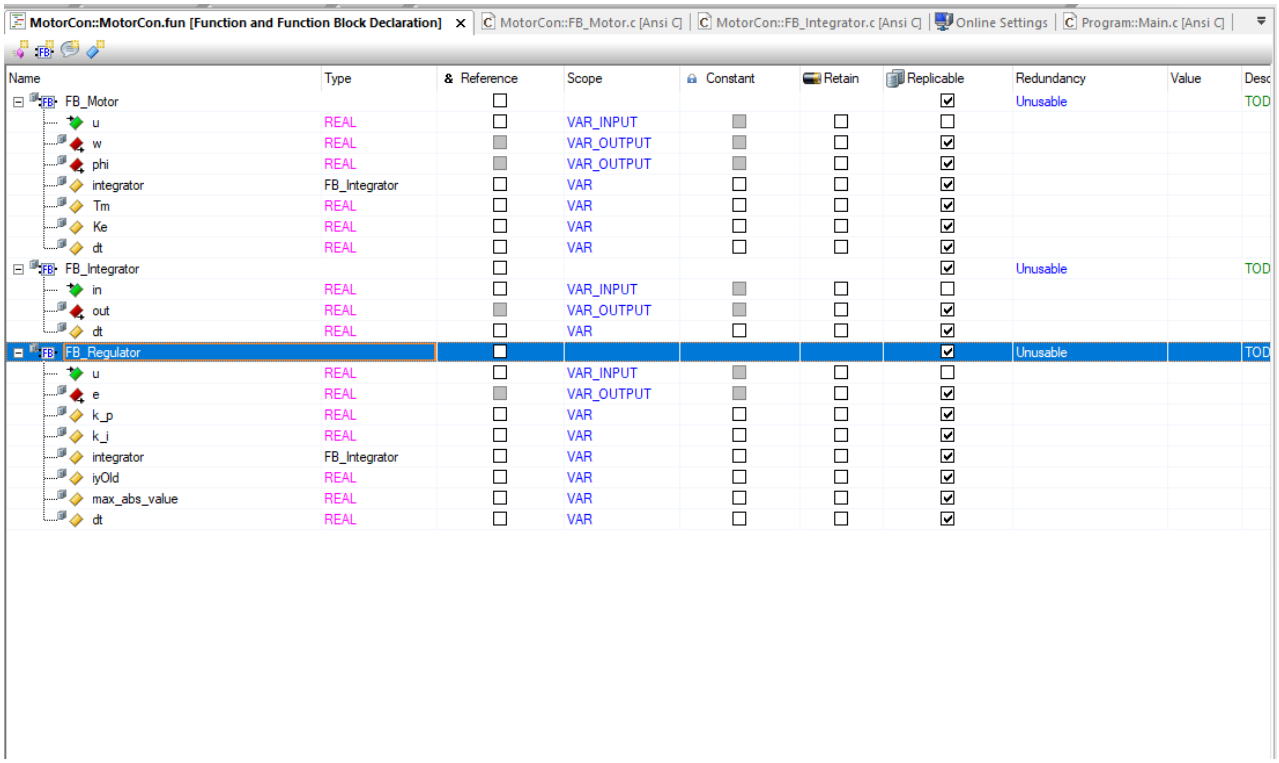


Рис. 6. Структура функциональных блоков FB_Motor, FB_Integrator и FB_Regulator.

На входе FB_Motor и FB_Regulator находится переменная **u** – входное напряжение двигателя, а на выходе – две у FB_Motor (угловая скорость **w** (омега) и **phi** – угловое смещение якоря) и **e** – противоЭДС – в регуляторе.

Чтобы снять графики выходных переменных посредством инструмента Trace, необходимо его настроить.

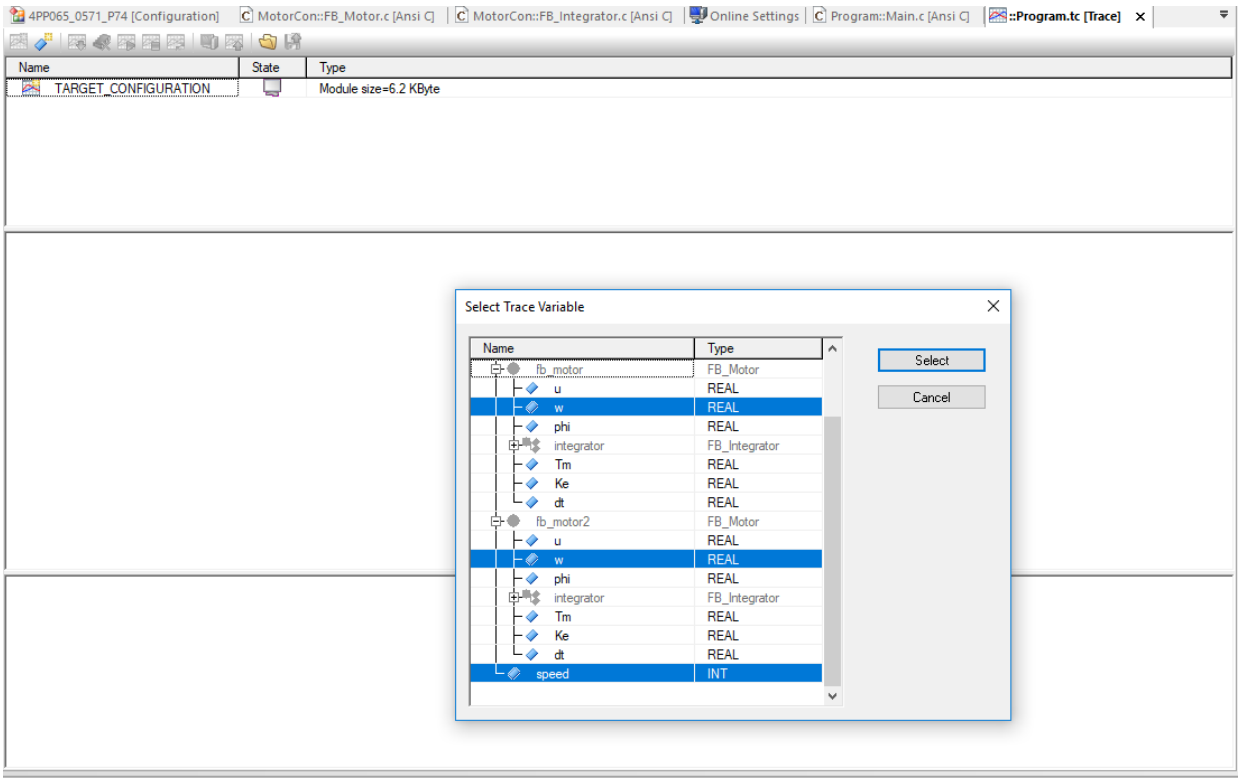


Рис. 7. Настройка вводных переменных для инструмента Trace.

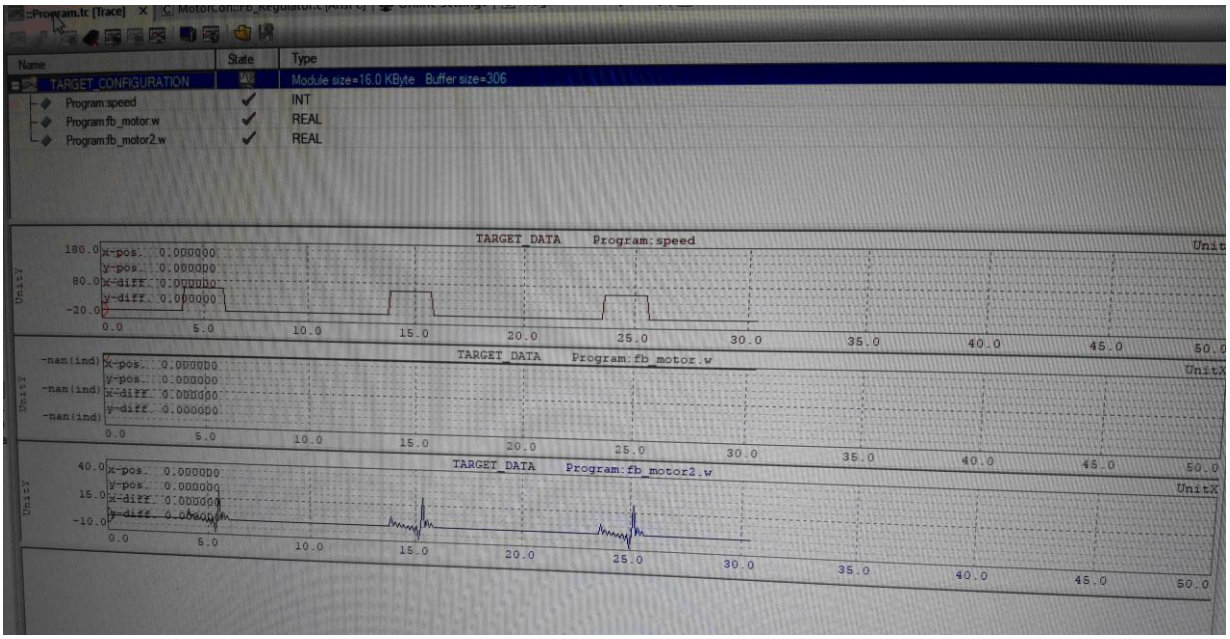


Рис. 8. Результаты экспериментальных исследований.

Вывод: в ходе проведения лабораторной работы было проведено ознакомление со способами отладки программного обеспечения робототехнических систем с использованием виртуального моделирования в программе Automation Studio.

Приложение 1. Листинг программного кода.

Program.Main:

```
#include <bur/plctypes.h>
#ifdef _DEFAULT_INCLUDES
   #include <AsDefault.h>
#endif
void _INIT ProgramInit(void)
{
   fb_motor.Tm = 0.1;
   fb_motor.u = 0;
   fb_motor.integrator.dt = 0.01;

   fb_motor2.dt = 0.01;
   fb_motor2.Ke = 0.24;
   fb_motor2.Tm = 0.1;
   fb_motor2.u = 0;
   fb_motor2.integrator.dt = 0.01;

   fb_controller.dt = 0.01;
   fb_controller.integrator.dt = 0.01;
   fb_controller.k_i = 7.1;
   fb_controller.k_p = 0.24 * 3;
   fb_controller.max_abs_value = 14.0;

   enable = 1;
   speed = 0;
   counter = 0;
}
void _CYCLIC ProgramCyclic(void)
{
   if (enable)
   {
      if (counter < 20)
      {
         speed = 0;
         counter++;
      }
      if (counter >= 20 && counter <= 40)
      {
         speed = 60;
         counter++;
      }
      if (counter > 40)
      {
         speed = 0;
         counter++;
      }
      if (counter == 100)
      {
         counter = 0;
```

```
        }
        fb_controller.u = speed - fb_motor.w;
        FB_Regulator(&fb_controller);
        fb_motor.u = fb_controller.e;
        fb_motor2.u = speed * fb_motor2.Ke;
        FB_Motor(&fb_motor);
        FB_Motor(&fb_motor2);
    }
}
void _EXIT ProgramExit(void)
{
}
```

FB_Motor:

```
#include <bur/plctypes.h>
#ifdef __cplusplus
    extern "C"
    {
#endif
#include "MotorCon.h"
#ifdef __cplusplus
    };
#endif
    /* TODO: Add your comment here */
    void FB_Motor(struct FB_Motor* inst)
    {
    inst->integrator.in = (inst->u / (inst->Ke - inst->w)) * (inst->dt / inst->Tm); //integr's in
(incoming signal u multipled by 1/Ke subtracting w then multipled by dt/Tm)

    //inst->integrator.out = inst->w;

    FB_Integrator(&(inst->integrator));          //calling integr
    inst->w = inst->integrator.out;              //from 1 integr



    inst->integrator.in = inst->w * inst->dt;    //integr's in (incoming signal w multipled by dt)

    //inst->integrator.out = inst->phi;

    FB_Integrator(&(inst->integrator));          //calling integr

    inst->phi = inst->integrator.out;            //outcoming signal phi
    }
```

FB_Integrator:

```
#include <bur/plctypes.h>
#ifdef __cplusplus
   extern "C"
   {
#endif
   #include "MotorCon.h"
#ifdef __cplusplus
   };
#endif
/* TODO: Add your comment here */
void FB_Integrator(struct FB_Integrator* inst)
{
   inst->out = inst->in + inst->dt;
}
```

FB_Regulator:

```
#include <bur/plctypes.h>
#ifdef __cplusplus
   extern "C"
   {
#endif
   #include "MotorCon.h"
#ifdef __cplusplus
   };
#endif
/* TODO: Add your comment here */
void FB_Regulator(struct FB_Regulator* inst)
{
      /*
   inst->integrator.in = inst->e * inst->k_i * inst->dt + inst->iyOld;    //integr's in (incoming signal e multipled by ki and dt adding old value)
   FB_Integrator(&(inst->integrator));            //calling integr

   inst->abs_in_1 = inst->e * inst->k_p;        //limiter's in

   if(inst->abs_in_1 > inst->max_abs_value || inst->abs_in_1 < -inst->max_abs_value)    //if in is equal or more than limit
      {
         if(inst->abs_in_1 > 0)
         {
            inst->abs_out_1 = inst->max_abs_value;    //than limit the value
         }
         else
         {
            inst->abs_out_1 = -inst->max_abs_value;    //than limit the value
         }
   }
```

```
   else                                //else if in is less than limit
   {
      inst->abs_out_1 = inst->abs_in_1;        //than transmit the value to limiter's out
   }

   inst->abs_in_2 = inst->abs_out_1 + inst->integrator.out;    //transmit summ of integral and
proport parts to limiter's in
   if(inst->abs_in_2 > inst->max_abs_value || inst->abs_in_2 < -inst->max_abs_value)        //if in
is equal or more than limit
   {
      if(inst->abs_in_2 > 0)
      {
         inst->u = inst->max_abs_value;            //than limit the value and set to the outcoming
signal u
      }
      else
      {
         inst->u = -inst->max_abs_value;            //than limit the value and set to the outcoming
signal u
      }
   }
   else                                //else if in is less than limit
   {
      inst->u = inst->abs_in_2;                //than transmit the value to limiter's out and set to the
outcoming signal u
   }

   inst->iyOld = inst->u - inst->abs_in_2;        //saving the current value


   */

   inst->integrator.in=inst->e * inst->k_i * inst->dt + inst->iyOld;

   FB_Integrator(&(inst->integrator));

   inst->k_p=inst->e*inst->k_p;

   inst->k_p=(inst->k_p > inst->max_abs_value || inst->k_p < - inst->max_abs_value)?((inst-
>k_p>0)?inst->max_abs_value:-inst->max_abs_value):inst->k_p;

   inst->k_p+=inst->integrator.out;

   inst->u=(inst->k_p > inst->max_abs_value || inst->k_p < - inst->max_abs_value)?((inst-
>k_p>0)?inst->max_abs_value:-inst->max_abs_value):inst->k_p;

   inst->iyOld = inst->u - inst->k_p;
}
```