

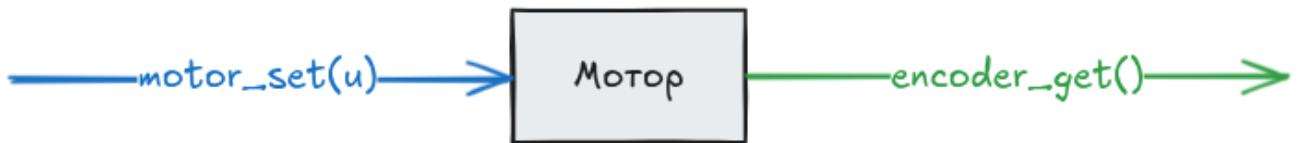
Настройка регулятора скорости на моторе постоянного тока

1. Написание драйверов мотора и энкодера

Прежде чем переходить к настройке регулятора скорости необходимо написать функции взаимодействия с нашим мотором. Предположим, что они называются у нас следующим образом:

```
// Выдача управления на мотор  
void motor_set(float u);  
  
// Чтение энкодера  
float encoder_get();
```

Внутри этих функций будет происходить вся работа с ШИМом, прерываниями и всеми подобными штуками. Мы же об этом думать не думаем и будем работать с мотором как с коробкой, в которую мы можем подать некоторые данные на вход (управляющее воздействие) и прочитать какие-то выходные данные (угол поворота энкодера):



2. Создание главного цикла

—
PROF

Для надежной работы регуляторов критически важно иметь быстрый и неблокирующий цикл с постоянным временем выполнения. Это обеспечивает стабильность настроек регулятора.

Допустим, у нас один единственный мотор и `void loop()` находится в нашем полном распоряжении. Выглядеть он будет примерно так:

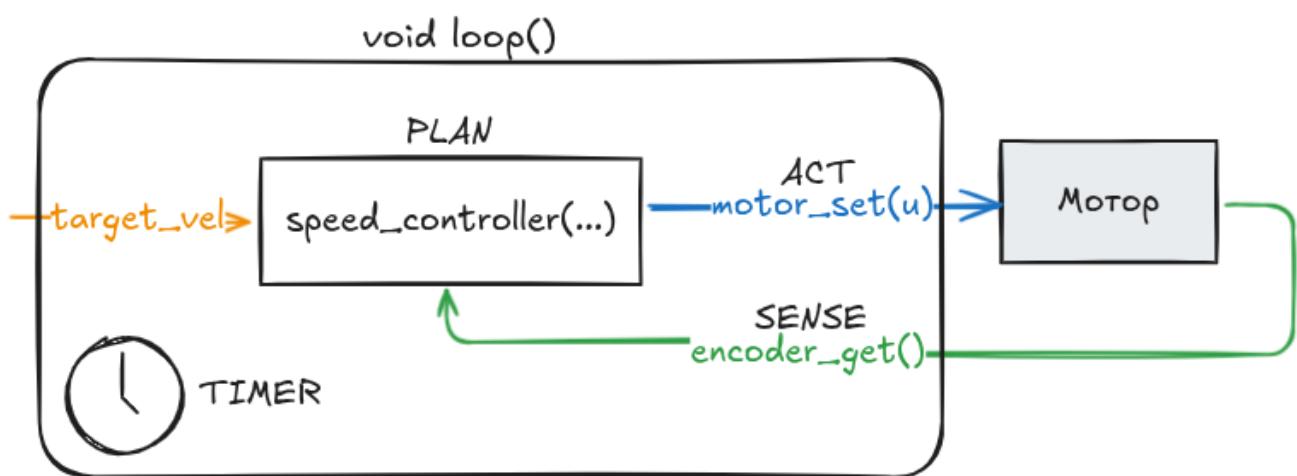
```
void loop () {  
    // TIMER  
    smart_delay(5);  
  
    // SENSE  
    float current_angle = encoder_get();  
  
    // PLAN  
    float u = speed_controller(target_vel, current_angle);
```

```
// ACT
motor_set(u);
}
```

Цикл разделен на 4 области, согласно идеологии ITSPA:

1. **TIMER** - обеспечение постоянного времени выполнения цикла
2. **SENSE** - чтение данных с датчиков
3. **PLAN** - расчет управляющих воздействий на итерацию
4. **ACT** - выполнение управляющих воздействий на мотор

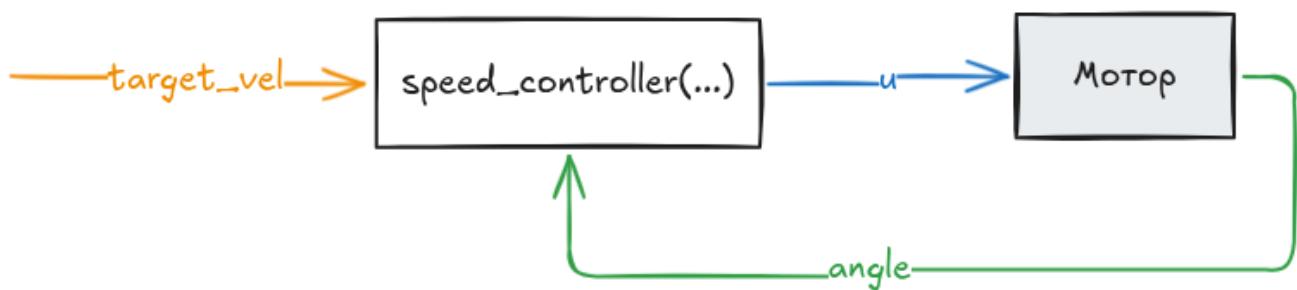
Теперь нашу систему можно нарисовать следующим образом:



Мотор на схеме изображен серым цветом, поскольку эта часть нашей системы неизменяема. Все что мы пишем сами изображено белым цветом.

Однако такую схему рисовать громоздко, поэтому мы ее преобразуем так:

PROF



Что изменилось?

Каждая стрелочка обозначает какой-либо **сигнал** в нашей системе. Его название написано на самой стрелочке. Наша задача - реализовать блок `speed_controller` так, чтобы мотор в реальном мире крутился со скоростью `target_vel`.

3. Вычисление скорости вращения мотора

Первая задача которая перед нами стоит - найти скорость вращения нашего мотора.

```
float speed_controller(float target_vel, float current_angle)
{
    // Вычисление скорости вращения мотора
    static float old_angle = 0;

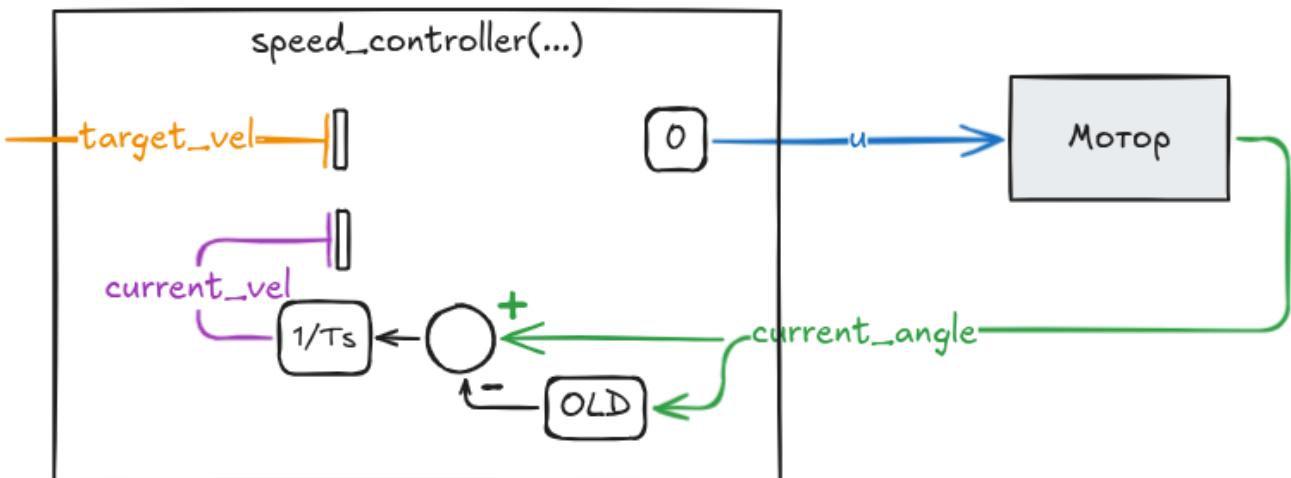
    float delta_angle = current_angle - old_angle;
    float delta_time = Ts_s;

    float current_vel = delta_angle / delta_time;

    old_angle = current_angle;

    //////
    //...
    /////

    return 0;
}
```



4. Измерение характеристик мотора

С использованием полученной скорости мы осуществим один из важнейших экспериментов, необходимых для настройки регулятора скорости мотора.

Измерение коэффициента усиления

Первое - нам необходимо подать на мотор какое-то постоянное управляющее воздействие и узнать его вычисленную скорость. Если мы поделим скорость на входное воздействие, мы получим **коэффициент усиления** нашего мотора K_m .

```

float speed_controller(float target_vel, float current_angle)
{
    // Вычисление скорости вращения мотора
    static float old_angle = 0;

    float delta_angle = current_angle - old_angle;
    float delta_time = Ts_s;

    float current_vel = delta_angle / delta_time;

    old_angle = current_angle;
    //// 

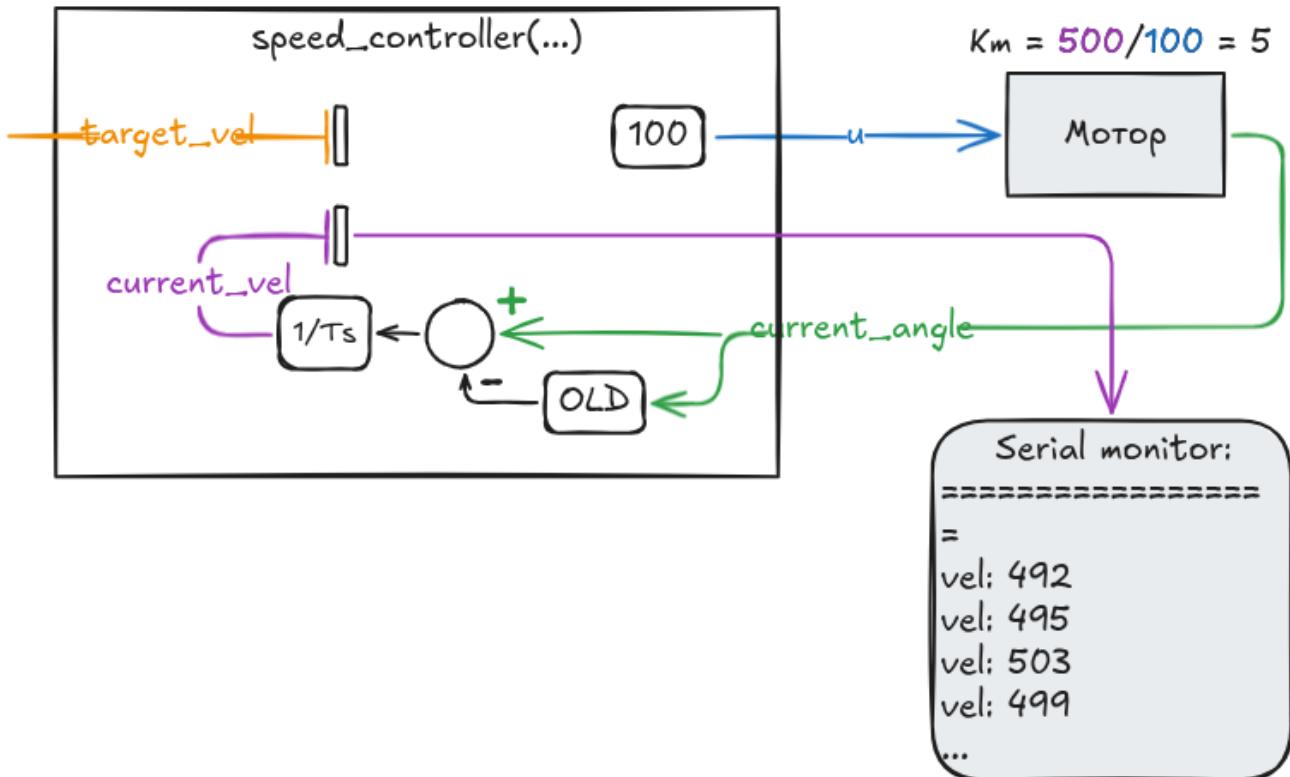
+   Serial.print("vel: ");
+   Serial.println(current_vel);

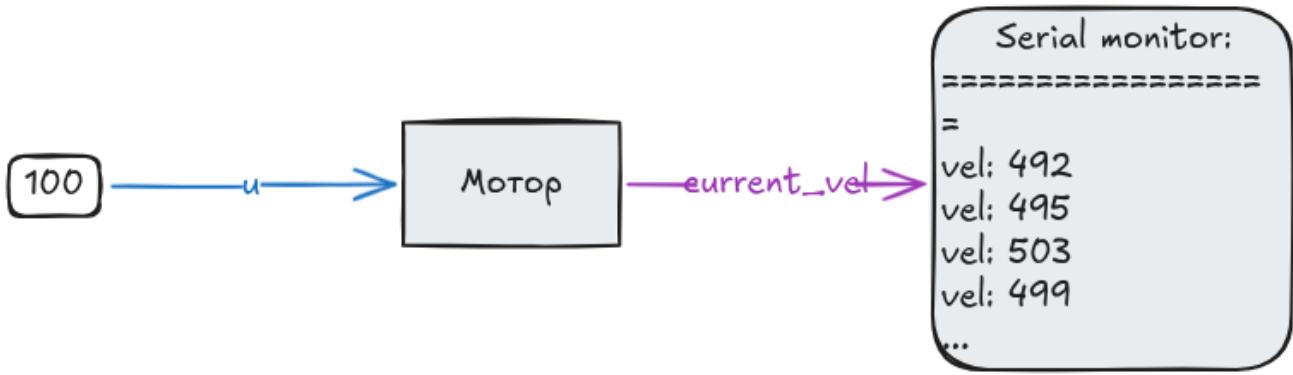
/////
//...
/////

-
- return 0;
+
+ return 100;
}

```

PROF





Пусть для нашего гипотетического мотора получился $K_m = 5\$$. Это значит, что измеренная скорость вращения будет в 5 раз больше, чем поданное ему на вход значение. Например, как в эксперименте, мы подали на вход значение \$100\\$ (допустим ШИМ), и измеренная скорость была равна $100 * 5 = 500\$$ полугаев в секунду.

Оценка большой постоянной времени

Второе - нам необходимо оценить насколько долго мотор разгоняется до установившейся скорости. Самый простой способ это сделать - на слух.

Мы выключаем мотор. Потом резко его включаем (например снимаем питание и снова подаем) и слушаем его звук. Он будет некоторое время изменяться в высоте, после чего остановится и будет гудеть неизменно.

Нам необходимо определить это время и запомнить его. Это будет наша **большая постоянная времени**.

Ниже приведены примерные звуки разгона двигателя с разными постоянными времени, от 0.1с до 1с.

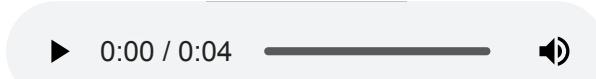
$T = 0.1\text{s}$



$T = 0.2\text{s}$



$T = 0.3\text{s}$



$T = 0.5\text{s}$

▶ 0:00 / 0:04 ━━ 🔊

T = 1.0s

▶ 0:00 / 0:05 ━━ 🔊