

КОНТРОЛЬ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ МАРШЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РОБОТА «КВАРК»

Клебан Виталий,
vkle@mail.ru

Контроль скорости вращения маршевых двигателей позволяет роботу выполнять операции по перемещению с повышенной точностью, а также частично компенсировать такие факторы, как неоднородность покрытия, подъемы и спуски, заряд аккумулятора, различие редукторов.

Рассмотрим следующую задачу: имеется мобильный робот, оборудованный двумя гусеничными приводами, энкодерами, устройством позволяющим регулировать напряжение на двигателе (ШИМ). Необходимо разработать алгоритм, который бы пользуясь сигналами энкодеров и регулируя напряжение на двигателе смог бы:

- поддерживать постоянную скорость вращения двигателя;
- поддерживать постоянное рассогласование скоростей между двигателями;
- в случае невозможности достижения заданных параметров сообщал бы об этом.

Один двигатель

Решим поставленную задачу сперва для одного двигателя. Рассмотрим состояния, в которых может находиться система управления двигателем:

- норма;
- обгон;
- отставание.

Рассмотрим также входные данные для системы:

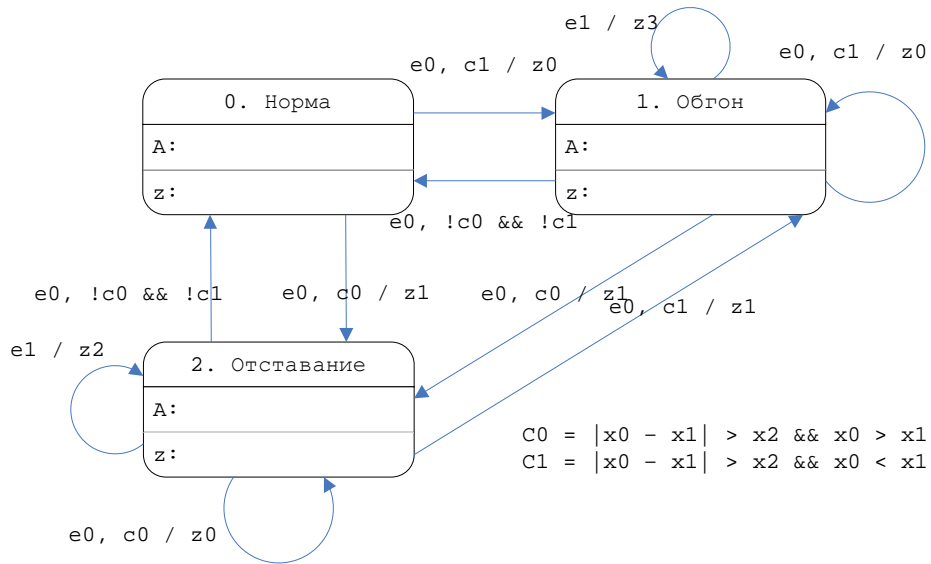
- желаемое значение скорости (x_0);
- текущее значение скорости (x_1);
- допустимая ошибка регулирования (x_2).

Введем в рассмотрение также и событие, влияющее на работу системы – поступление сигнала энкодера (e_0), и сигнала о достижении максимального или минимального напряжения на двигателе (e_1).

Выходные воздействия:

- уменьшение напряжения (z_0);
- увеличение напряжения (z_1);
- сигнализация о невозможности достижения параметров снизу («не догнать», z_2);
- сигнализация о невозможности достижения параметров сверху («слишком медленно», z_3).

Построим конечный автомат, описывающий поведение системы:



($e0, c0 / z0$ – означает «по событию $e0$, в случае выполнения формулы $c0$ выполнить $z0$ и перейти по дуге»)

Логика работы данного автомата проста, она состоит в том, что мы увеличиваем напряжение при отставании и уменьшаем при обгоне. В случае невозможности достижения необходимой скорости сообщаем об этом.

Выходные воздействия $z0$ и $z1$ (т.е. насколько уменьшать или увеличивать напряжение) могут рассчитываться по-разному.

Наиболее простым является пропорциональный закон управления: $u_p(k) = K_p * e(k)$. Данный закон можно трактовать так: напряжение на двигателе пропорционально текущему рассогласованию, т.е. напряжение тем больше, чем больше рассогласование (в случае положительного рассогласования). Данный метод является самым простым, но он не всегда справляется с поставленной задачей.

Также существует еще более простой метод – релейный. В нем предполагается, что увеличение или уменьшение напряжение происходит заранее заданными «ступеньками».

Приведем еще один из наиболее распространенных вариантов – ПИД. Все формулы даны в дискретном варианте, где k - обозначает k – й отсчет. Введем понятие текущего рассогласования или текущей ошибки (в k – й момент времени):

$$e(k) = x0 - x1,$$

где $x0$ – желаемое значение, $x1$ – текущее значение.

Определим также функцию управления (новое значение напряжения) как:

$$u(k) = u_p(k) + u_i(k) + u_d(k),$$

где $u_p(k)$ - пропорциональная составляющая, $u_i(k)$ - интегральная, $u_d(k)$ – дифференциальная.

Приведем формулы для расчета этих составляющих:

$$u_p(k) = K_p * e(k),$$

где K_p – коэффициент при пропорциональной части.

$$u_i(k) = \frac{K_i}{T_i} \sum_{i=1}^k \left[\frac{e(i) + e(i-1)}{2} \right] * \Delta t,$$

где K_i – коэффициент при интегральной части, T_i - время интегрирования.

$$u_d(k) = -K_d \frac{T_d}{\Delta t} (x_1(k) - x_1(k-1)),$$

где K_d – коэффициент при дифференциальной части.