

Реализация антилогарифмического усилителя производится аналогично, только в его структуре переставлены местами входной резистор и логарифмический элемент (диод) в цепи ОС.

Функциональная схема умножителя аналоговых сигналов, построенного логарифмического и антилогарифмического усилителей, приведена на рисунке 2.

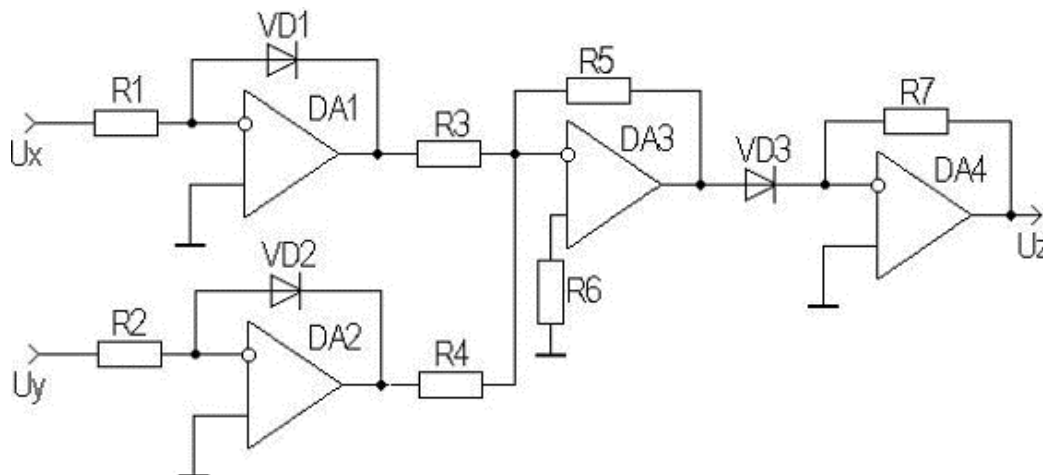


Рисунок 2 – Функциональная схема умножителя

Входная часть схемы управления тиристорными ключами реализуется на аналого–цифровом преобразователе.

Предложенная схема КРМ достаточно проста в реализации и может эффективно использоваться для потребителей малой и средней мощности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.В. Ярошевич. Схема компенсации реактивной мощности в квартирных электрических сетях // Вестник Брестского государственного технического университета - Физика, математика, информатика. Вып. 5(71) – Брест: БрГТУ. 2011. С. 66-67.
2. Регулятор реактивной мощности с аналоговым вычислителем. Республика Беларусь / ПАТЭНТ на карысную мадэль № 8066 / Аутар Ярошевич А.В. / Зарэгістравана у Дзяржауным рээстры карысных мадэляу 2011.12.15.

УДК 681.5

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

Прокопня О.Н., Воробей И.С., Вабищевич Л.И., Тромза Т.В.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Известны конструкции роботов с двигательными модулями, состоящими из пары колес с индивидуальными приводами. Такой модуль способен перемещаться поступательно при равенстве скоростей колес и поворачиваться за счет разности скоростей. Рассматриваемый робот приводится в движение двумя одноколесными модулями с отклоняемой платформой. Каждый модуль имеет индивидуальный привод от двигателя постоянного тока.

На рисунке 1 представлена схема двухколесного мобильного робота с индивидуальным приводом колес, и очевидно, что направление движения робота определяется направлением и скоростью вращения колес, при условии отсутствия проскальзывания. При одинаковой скорости колес робот движется по прямой линии. За счет разности скоростей он может поворачиваться. Вращая колеса в противоположных направлениях, робот может поворачиваться вокруг своей вертикальной оси.

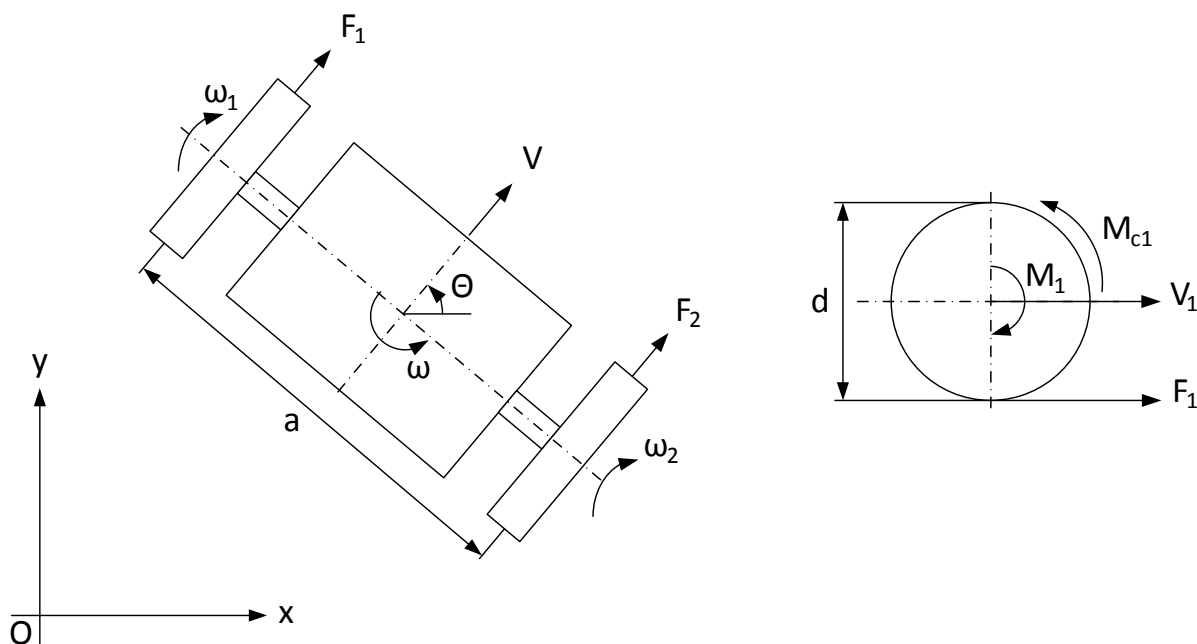


Рисунок 1 – Схема скоростей и сил

При отсутствии проскальзывания получаем следующие математические соотношения для скоростей

$$\begin{aligned} \dot{x} &= V \cdot \cos\theta, \\ \dot{y} &= V \cdot \sin\theta, \\ \dot{\theta} &= \omega, \end{aligned} \tag{1}$$

где x и y – положение центра оси робота по отношению к системе координат;

θ - угол между вектором скорости робота и положительным направлением оси Ox ;

V – скорость робота;

ω – угловая скорость поворота робота относительно вертикальной оси.

Однако линейная V и угловая ω скорости робота, далеко не всегда доступны для измерения. Гораздо удобнее измерять скорость вращения каждого колеса с использованием различных датчиков, установленных непосредственно на колеса, а взаимосвязь между линейной и угловой скоростью робота и скоро-

стями каждого из колес можно выразить следующим образом. Для линейной скорости

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{d \cdot (\omega_1 + \omega_2)}{4}, \quad (2)$$

где ω_1, ω_2 – угловые скорости колес робота;
 d – диаметр колеса.

Для угловой скорости

$$\omega = \frac{V_2 - V_1}{2} = \frac{d}{2 \cdot a} (\omega_2 - \omega_1), \quad (3)$$

где a – расстояние между колесами робота.

Подставив уравнения (2.2) и (2.3) в выражение (2.1), получаем следующие зависимости

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \frac{d \cdot (\omega_1 + \omega_2)}{4} \cdot \cos \theta, \\ \dot{y} &= \frac{d \cdot (\omega_1 + \omega_2)}{4} \cdot \sin \theta, \\ \dot{\theta} &= \frac{d}{2 \cdot a} (\omega_2 - \omega_1). \end{aligned} \quad (4)$$

Данные уравнения описывают кинематику робота.

Очевидно, что характер движения робота будет определяться, в первую очередь, динамическими характеристиками двигательного модуля.

Схема модуля представлена на рисунке 2. Движущий момент создается за счет отклонения платформы массой m на угол θ и, соответственно, смещения центра масс конструкции. Отклонение платформы происходит за счет качения приводимого от двигателя зубчатого колеса 1 по зубчатому колесу 2, закрепленному на колесе модуля.

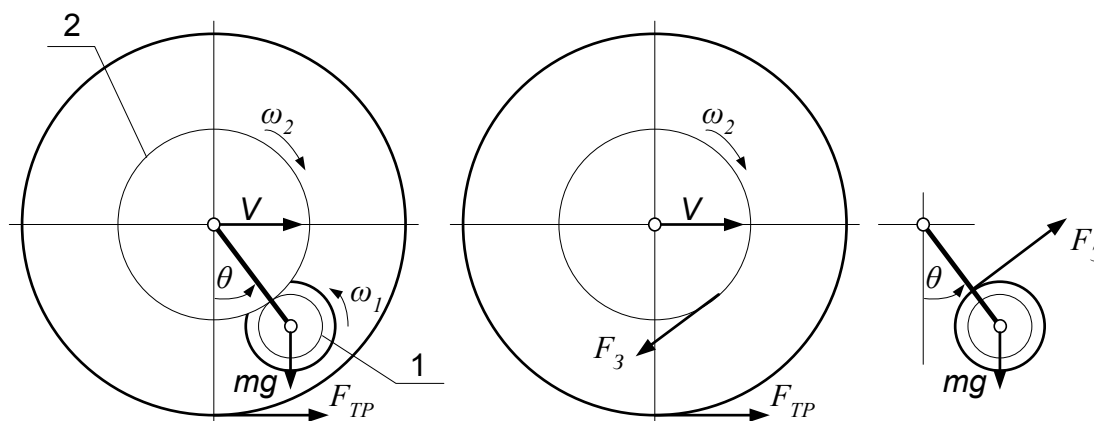


Рисунок 2 – Схема скоростей и сил, действующих на звенья модуля

Уравнение движения колеса без учета трения-качения

$$J_{\text{ПР.2}} \cdot \dot{\omega}_2 = 0,5 \cdot (F_3 \cdot d_2 - F_{\text{ТР}} \cdot D), \quad (5)$$

где $J_{\text{ПР.2}}$ - приведенный к колесу момент инерции звеньев робота; ω_2 - угловая скорость колеса; F_3 - сила в зацеплении зубчатых колес; $F_{\text{ТР}}$ - сила трения; d_2 - диаметр зубчатого колеса 2; D - диаметр колеса робота.

Уравнение движения платформы

$$0,25 \cdot m \cdot d_2^2 \cdot \ddot{\theta} = 0,5 \cdot (F_3 \cdot d_2 - m \cdot g \cdot d_2 \cdot \sin\theta), \quad (6)$$

где m - масса платформы; g - ускорение свободного падения; θ - угол отклонения платформы.

Уравнение движения ротора двигателя

$$J_{\text{ПР.1}} \cdot \dot{\omega}_Д = c_M \cdot I_я - 0,5 \cdot F_3 \cdot d_1 / u_p, \quad (7)$$

где $J_{\text{ПР.1}}$ - приведенный к валу двигателя момент инерции звеньев привода; $\omega_Д$ - угловая скорость двигателя; c_M - постоянная двигателя; $I_я$ - ток якоря двигателя; d_1 - диаметр зубчатого колеса 1; u_p - передаточное отношение редуктора.

Подстановкой (2.7) в (2.5) и (2.6) с учетом $\dot{\theta} = \Omega$ и $\omega_Д = \omega_2 \cdot u_p \cdot d_2 / d_1$, можно исключить F_3 и свести (2.5) и (2.6) к виду

$$\dot{\Omega} = \frac{u_p \cdot J_{\text{ПР.2}} \cdot c_M}{J_{\text{ПР.1}} \cdot J_{\text{ПР.2}} + 0,25 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot (J_{\text{ПР.1}} + J_{\text{ПР.2}})} \cdot I_я, \quad (8)$$

$$\dot{\omega}_2 = \frac{\frac{u_p \cdot d_2 \cdot c_M}{J_{\text{ПР.1}} \cdot d_1}}{1 + J_{\text{ПР.2}} \cdot \left(\frac{4}{m \cdot d_1 \cdot d_2} + \frac{1}{J_{\text{ПР.1}}} \right)} \cdot I_я + \frac{m \cdot g \cdot d_2 \cdot \left(\frac{1}{J_{\text{ПР.1}}} + \frac{1}{J_{\text{ПР.2}}} \right) + \frac{2 \cdot g}{d_1}}{1 + J_{\text{ПР.2}} \cdot \left(\frac{4}{m \cdot d_1 \cdot d_2} + \frac{1}{J_{\text{ПР.1}}} \right)} \cdot \sin\theta. \quad (9)$$

На основе данных уравнений в среде MATLAB построена математическая модель робота, позволяющая воспроизводить движение по заданной траектории. В канале управления углом поворота использован ПД-регулятор с соответствующими настройками.

На рисунке 3 показана траектория движения с поворотом на угол $\varphi = 90^\circ$, полученная с помощью данной модели.

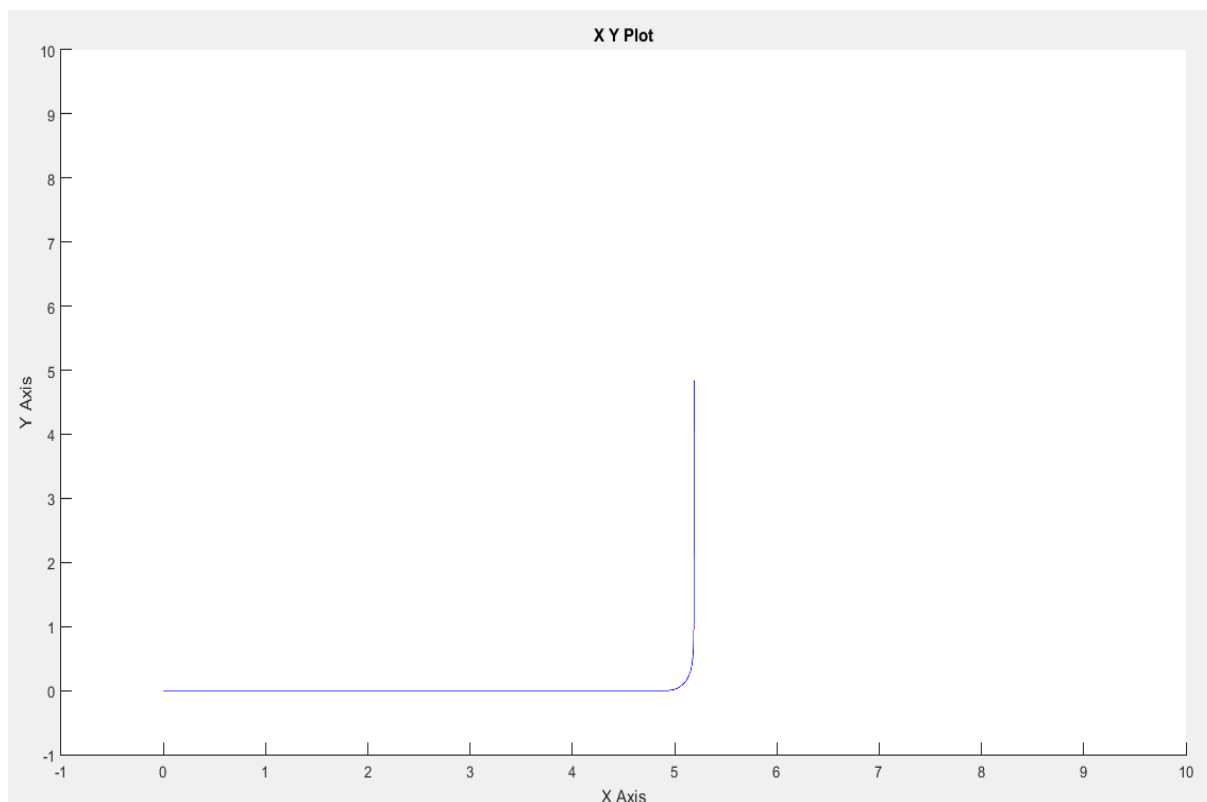


Рисунок 3 – Траектория движение робота с поворотом на 90° при скорости перемещения 1 м/с.

Как следует из приведенного рисунка, поворот осуществляется по дуге окружности радиусом около 0,2 м без колебаний. Это дает возможность роботу обрабатывать криволинейные участки траектории с высокой точностью. Угол отклонения платформ двигательных модулей в процессе движения не превышает 90° .

Таким образом, разработанная система управления обеспечивает заданное качество и может использоваться в мобильных роботах рассматриваемой конструкции.

УДК 691.87

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Бочарова Н.В.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

В век бурного развития информационных технологий не стоят на месте и технологии проектирования. В настоящее время среди многочисленных нов-