

З.Д. ТИМОФЕЕВ, студент гр. НЭб-241 (КузГТУ)
Научный руководитель В.И. НЕМОВ, старший преподаватель, (КузГТУ)
г. Кемерово

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫМ РЕЗИСТОРОМ С ПОМОЩЬЮ ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. В работе представлен образец, демонстрирующий принципы построения подобной системы, которая в дальнейшем может быть интегрирована в лабораторные блоки питания и устройства автоматической регулировки напряжения.

Рассматривается система автоматического управления переменным резистором с помощью шагового двигателя 28BYJ-48 и драйвера ULN2003 на базе микроконтроллера Arduino, управление которым реализуется с компьютера через последовательный порт, что позволяет задавать требуемое значение сопротивления, автоматически преобразуемое в угол поворота двигателя.

Данная система может применяться для автоматизации лабораторных источников питания и регулировки параметров аналоговых устройств.

Введение. Современные системы практические задачи требуют все большей степени автоматизации управления. В некоторых из них требуется изменять параметры работы электронных устройств, при этом исключая прямое электрическое соединение между управляющей и управляемой частью системы.

Такой подход необходим, например, при регуляторах напряжения или тока в лабораторно источниках питания, регулировки параметров усилителей и т.д.

Эффективным решением может быть установка электронных схем с цифровым потенциометрами, однако это не всегда возможно. Мощность заменяемого потенциометра может быть больше, чем способна выдержать потенциометр. Либо стоит задача заменить не потенциометр, а иной орган управления с физической ручкой. Поэтому другим решением является механическое дистанционное управление переменным резистором или автотрансформатором с помощью электрического привода. В отличие от электронных цифровых потенциометров, данный метод позволяет использовать обычные переменные резисторы, сохраняя их электрические характеристики и линейность, но обеспечивая при этом удалённое и автоматическое регулирование. При этом система с электроприводом может быть спроектирована для установки на любое оборудование без вмешательства в его конструкцию, что позволяет автоматизировать устаревшие устрой-

ства и системы. В данной работе представлена реализация такой системы на базе шагового электродвигателя и микроконтроллера. Система обеспечивает точное управление положением оси переменного резистора.

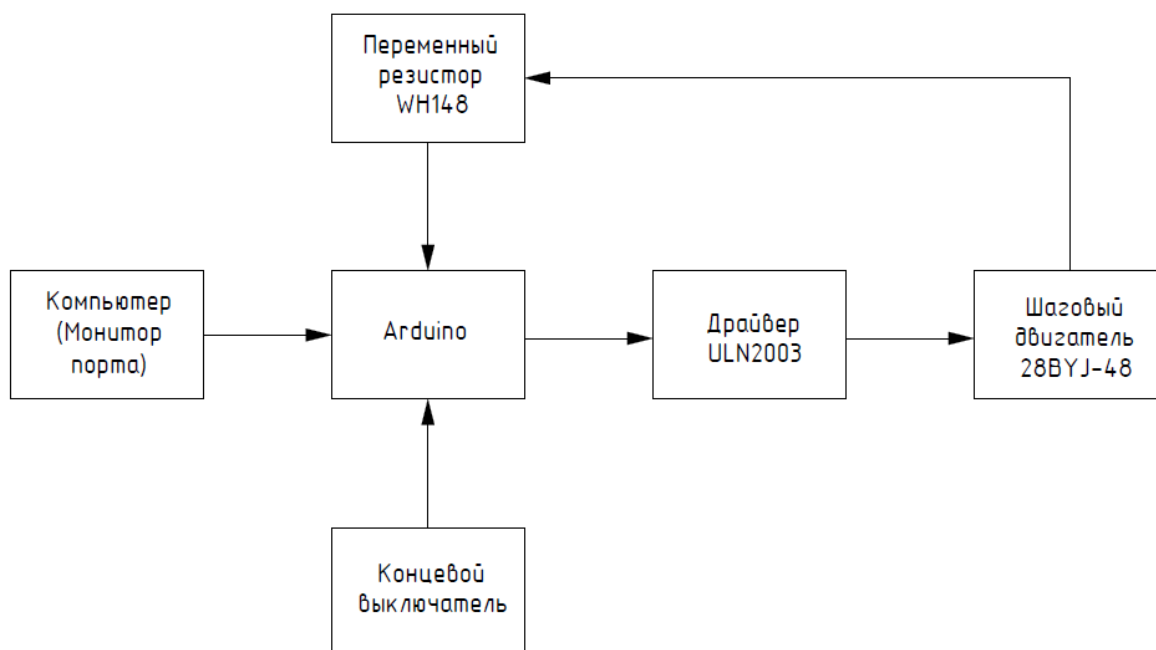


Рис.1 Структурная схема системы

Описание аппаратной части. В системе используется шаговый двигатель 28BYJ-48, подключенный через драйвер ULN2003 к микроконтроллеру ATmega328P, в составе отладочное платы типа «Arduino».

Микроконтроллер управляет двигателем, изменяя положение оси переменного резистора в зависимости от поданного с компьютера значения сопротивления. Расчёт необходимого числа шагов выполняется в микроконтроллере.

Концевой выключатель служит для калибровки нулевого положения. После включения устройство автоматически поворачивает вал потенциометра в исходную позицию (0 Ом) и готово к работе. При дальнейших перемещённых положения вала и число шагов хранится в памяти микроконтроллера.

Аналитико-технический обзор шагового двигателя 28BYJ-48. 28BYJ-48 представляет собой 5-выводной шаговый двигатель, оснащенный редуктором. Ключевые преимущества:

- экономическая эффективность. Двигатель отличается низкой себестоимостью;
- простота управления. Для функционирования двигателя достаточно базового драйвера на микросхеме ULN2003, что снижает общую сложность и стоимость системы;
- высокий крутящий момент на выходе.

Основные недостатки и ограничения:

- низкая скорость вращения;
- умеренная точность позиционирования. Фактическая точность позиционирования ниже теоретического значения ($\approx 0.088^\circ$ на шаг) из-за погрешностей изготовления редукторного узла и наличия люфта;
- недостаточная мощность для силовых задач;
- низкий коэффициент полезного действия. [1]

Алгоритм работы. Программная часть реализована в среде Arduino IDE. [2]

Пользователь вводит требуемое значение сопротивления через монитор последовательного порта. Программа вычисляет количество шагов, необходимое для поворота оси резистора на нужный угол и передаёт соответствующие команды шаговому двигателю через драйвер ULN2003. [3]

Для предотвращения ошибок предусмотрена функция калибровки с использованием концевого выключателя. При запуске программы двигатель автоматически поворачивается до упора, что соответствует сопротивлению 0 Ом. После этого установка готова к дальнейшему управлению.

Заключение. Разработанная рабочая модель устройства показала эффективность автоматической регулировки переменного резистора с использованием шагового двигателя и подтвердила возможность реализации точной автоматической регулировки аналоговых компонентов при помощи недорогих и доступных компонентов Arduino. Система корректно обрабатывает введённые значения и с высокой точностью поворачивает ось переменного резистора.

Система предназначена для демонстрации принципа автоматической регулировки аналоговых параметров и может использоваться в учебных целях, а также при разработке лабораторных источников питания с цифровым управлением. Кроме того, она может быть основой для создания интеллектуальных систем автоматизации лабораторных установок и электронных устройств.

В дальнейшем планируется реализация дистанционного управления и обратной связи по измерению фактического сопротивления, что позволит повысить точность и надёжность системы.

Список литературы:

1. Описание шагового двигателя 28BYJ-48 и драйвера ULN2003. – Текст : электронный // arduinomaster : [сайт]. – URL: <https://arduinomaster.ru> (дата обращения: 20.10.2025).
2. Arduino IDE – официальный сайт : [сайт]. – URL: <https://www.arduino.cc> (дата обращения: 20.10.2025).

3. Управление шаговыми двигателями с Arduino – Текст : электронный // habr : [сайт]. – URL: <https://habr.com> (дата обращения: 20.10.2025).

Информация об авторах:

Тимофеев Захар Денисович, студент гр. НЭБ-241,
КузГТУ, г. Кемерово, 650000, ул. Весенняя, д. 28, z.d.timofeev@mail.ru

Немов Владислав Николаевич, старший преподаватель,
КузГТУ, г. Кемерово, 650000, ул. Весенняя, д. 28, nemovvn@kuzstu.ru