

В. С. ПАНИЩЕВ, О. Б. СЛАВКОВА

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НАНЕСЕНИЯ ЭТИКЕТКИ НА ПОДВИЖНЫЙ ОБЪЕКТ

Предложена схема управления шаговым двигателем для автоматизированной системы, предназначенной для переноса самоклеящейся этикетки с ленты (подложки) на подвижный объект.

Ключевые слова: микроконтроллер, автоматизированная система управления, самоклеящаяся этикетка.

В организации обслуживания технологического процесса важную роль играют локальные системы, предназначенные для контроля и управления отдельными, не связанными между собой объектами, и в иерархической системе управления образующие нижний уровень (например, автоматизированная система управления автомата для нанесения самоклеящихся этикеток — марок, ценников и т.п. — на подвижный объект). Применение таких систем актуально для пищевой, косметической, фармацевтической промышленности.

В настоящей статье рассмотрена схема управления шаговым двигателем для автоматизированной системы нанесения этикетки на подвижный объект. В системе используются оптический датчик с регулируемой чувствительностью, определяющий наличие объекта в зоне действия, и индуктивный датчик, контролирующий положение этикетки.

Для согласования скорости движения объекта и этикетки в системе применен контроллер. Перед началом работы необходимо записать в память контроллера данные об оптимальном времени прохождения этикетки для определения скорости движения ленты, так как с увеличением диаметра наматываемого рулона (подложки) увеличивается угловая скорость, а следовательно, и линейная. Скорость корректируется благодаря сравнению с зафиксированным в памяти оптимальным временем прохождения этикетки, что приводит к стабильной и бесперебойной работе автомата в целом [см. лит.].

Для реализации автоматического режима управления необходимо на основе показаний датчика выполнять сравнение времени цикла с эталонным (заданным). Началом отсчета времени цикла является команда включения подачи этикетки датчика, окончанием — сигнал остановки, поступающий с датчика. Поскольку в процессе работы радиус барабана с этикетками уменьшается, необходимо изменять скорость его вращения для согласования со скоростью движения объекта, т.е. необходимо рассчитать изменение частоты или текущее значение частоты следования импульсов для шагового двигателя.

Рассмотрим продольное сечение барабана с самоклеящейся этикеткой (рис. 1), где f и f_1 — начальное и текущее значение частоты вращения шагового двигателя; T и T_1 — начальное и текущее время одного цикла; R , α и R_1 , α_1 — начальные и текущие значения радиуса и угла для барабана с самоклеящейся этикеткой; $l=l_1=\text{const}$ — размер этикетки:

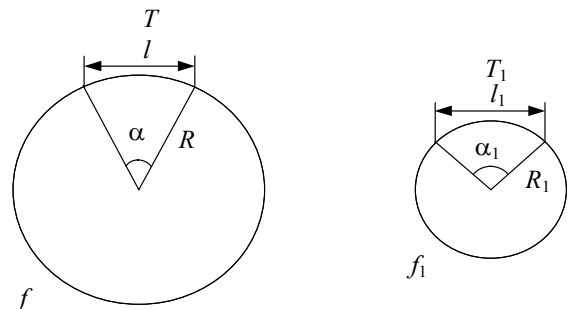


Рис. 1

$$l = \vartheta T, \quad l_1 = \vartheta_1 T_1,$$

ϑ, ϑ_1 — начальная и текущая линейная скорость вращения барабана с этикеткой.

Для того чтобы этикетки подавались непрерывно и с одинаковой скоростью, необходимо обеспечить постоянную скорость линейного вращения барабана с этикетками, т.е. $\vartheta = \vartheta_1 = \text{const}$.

Поскольку необходимо обеспечить прохождение расстояния, равного ширине этикетки, то:

$$\frac{2\pi R}{360} \alpha = \frac{2\pi R_1}{360} \alpha_1, \quad \frac{R}{R_1} = \frac{\alpha_1}{\alpha}.$$

Таким образом, зная начальные и промежуточные значения R, R_1 и α, α_1 , можно рассчитать необходимую частоту вращения. Однако в реальных условиях введение дополнительных датчиков для измерения этих параметров усложнит систему, в то же время

$$\frac{R}{R_1} = \frac{f_1}{f} = \frac{T_1}{T}, \quad f_1 = \frac{T_1}{T} f.$$

Таким образом, зная T, T_1 и f , можно определить текущее значение частоты вращения двигателя, обеспечивающее постоянную линейную скорость вращения.

Схема устройства управления шаговым двигателем для автоматизированной системы нанесения этикеток на подвижный объект содержит контроллер двигателя, микроконтроллер, устройство индикации, переключатель режима, кнопки, источник питания, датчики [см. лит.].

Оптический датчик 1 (D1) сигнализирует о необходимости включения подачи этикетки, как только объект попадает в зону его действия. Индуктивный датчик 2 (D2) сигнализирует о необходимости остановки подачи этикетки, что позволяет контролировать положение этикетки, а также время прохождения. Микроконтроллер получает и обрабатывает команды от датчиков D1 и D2, устанавливает значение частоты вращения двигателя с помощью кнопок и отображает ее на цифровом индикаторе, переключает режимы работы (автоматический или ручной), подает команду управления на контроллер двигателя. Контроллер управляет работой шагового двигателя, перемещающего ленту с этикетками.

Принципиальная электрическая схема представлена на рис. 2.

В качестве D1 используется реагирующий на рассеянное отражение от предмета датчик объекта ВБО-М18-76У-5111-СА; в качестве D2 — датчик этикетки ВБИ-М08-45У-1121.

Для вращения барабана с этикетками выбран шаговый двигатель FL86STH80-4208А с контроллером SMCD 4503. Управляющий микроконтроллер реализован на базе ATmega32. Цифровой пятиразрядный светодиодный индикатор находится на лицевой панели блока управления и отражает скорость. Он состоит из двух трехразрядных цифровых индикаторов ВА56-12SRWA, установленных последовательно, один разряд которых не используется.

Для разрабатываемой схемы необходим источник питания, обеспечивающий стабильную работу и удовлетворяющий предъявляемым требованиям по напряжению и току.

Шаговый двигатель управляется контроллером SMCD 4503, которому для нормальной работы необходимо постоянное напряжение 12—42 В при токе 7 А. Для работы управляющего контроллера (имеющего собственный стабилизатор напряжения по уровню 5 В) и датчиков (с напряжением питания 10—30 В) необходимо обеспечить ток не более 0,5 А. Охлаждение блоков, находящихся в корпусе, осуществляется с помощью двух вентиляторов, суммарно потребляющих менее 0,5 А. Исходя из вышеизложенного источник питания должен удовлетворять следующим требованиям: $U_{\text{пит}} = -24$ В, $I_{\text{max}} = 8$ А. Такие значения обеспечивает импульсный источник питания PPS-200-24.

В предложенной схеме датчики D1 и D2 подключаются к входам прерывания микроконтроллера INT0 и INT1. Таким образом, время между возникновением прерываний соответствует времени прохождения одной этикетки от D1 до D2.

Кварцевый генератор, задающий частоту работы микроконтроллера (16 МГц), подключается к линиям XTAL1 и XTAL2. Питание подключается к входам VCC и GND.

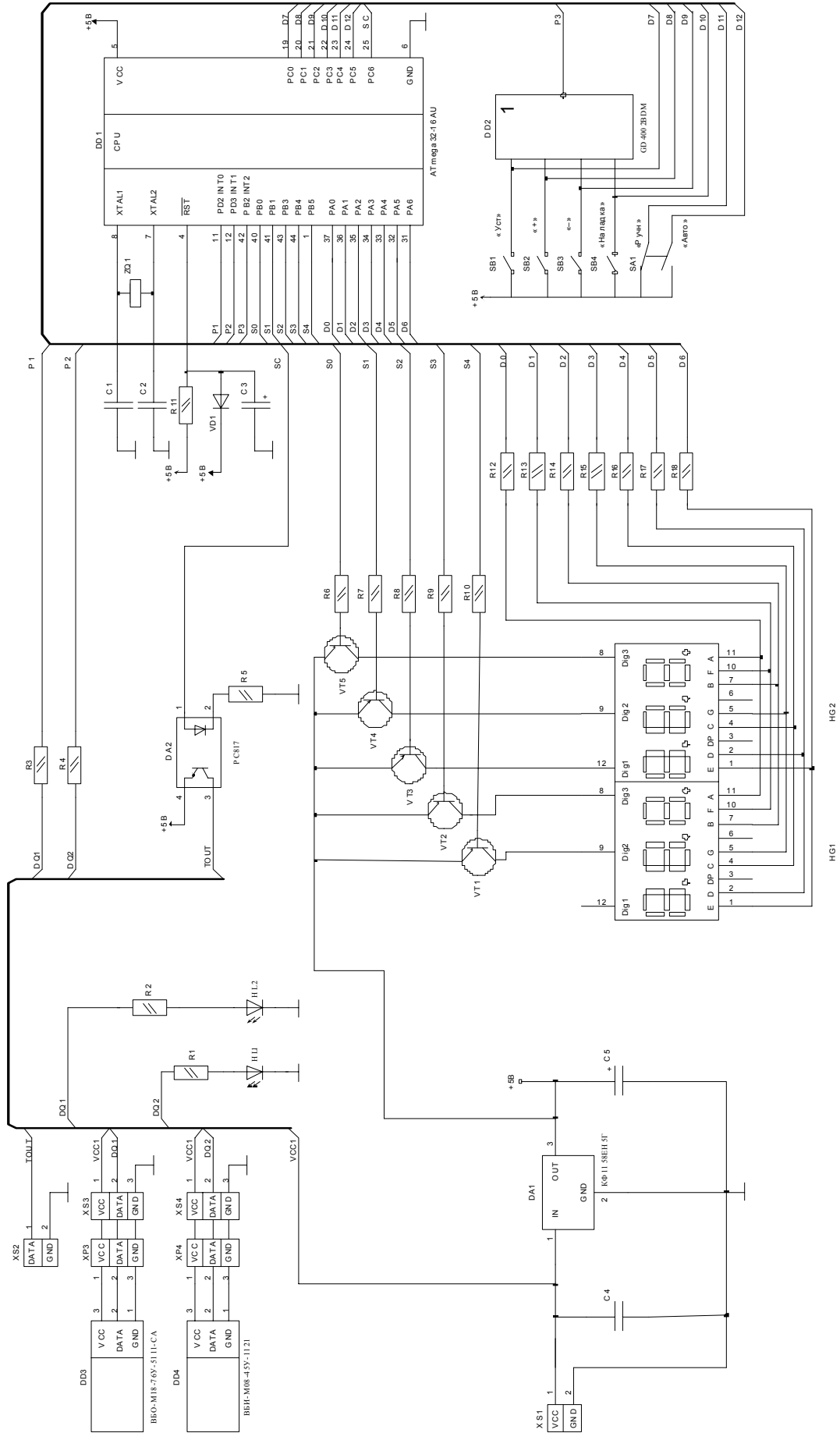


Рис. 2

Начальная установка частоты вращения двигателя, а также установка частоты в ручном режиме работы выполняется с помощью кнопок „Уст“, „+“, „-“, „Наладка“. Выходы кнопок подключены к входам порта С, а также ко входам логического элемента ИЛИ-НЕ, выход которого соединен со входом прерывания INT2. Численные значения частоты вращения двигателя выводятся на линии порта А и отображаются на семисегментных индикаторах. Выбор разряда индикатора выполняется с помощью линий порта В. Линия РС6 является управляющей для контроллера двигателя, импульсный сигнал, задающий частоту вращения, подается на эту линию.

При нажатии на любую кнопку на входе INT2 появляется логический „0“, и микроконтроллер вызывает процедуру обработки прерывания. Идентификация нажатой кнопки выполняется по значению „1“ на входах порта С, причем при обнаружении первой „1“ проверка остальных входов порта не выполняется. Таким образом, обнаружение и обработка нажатий кнопок выполняются в следующем порядке: „Уст“, „+“, „-“, „Наладка“, „Ручн“ и „Авто“ [см. лит.].

В результате испытаний предлагаемой системы управления были выявлены погрешности регулировки скорости вращения барабана с этикетками, вызванные нестабильностью работы механических частей системы и связанными с этим скачками показаний датчиков. Проблема была решена за счет введения ограничений на максимальные скачки (максимально допустимая частота — 20 000 Гц), а также на единичный выброс, т.е. возможно однократно изменить частоту вращения шагового двигателя не более чем на +5 % и на -50 % от предыдущего значения.

Предложенная схема управления шаговым двигателем для автоматизированной системы нанесения этикетки на подвижный объект позволила повысить скорость и увеличить точность нанесения самоклеящихся этикеток на подвижный объект, а также обеспечить режим работы системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

Панищев В. С., Решетникова В. П., Чернецкая И. Е. Блок управления автоматизированной системой нанесения этикеток на подвижный объект // Изв. вузов. Приборостроение. 2010. Т. 53, № 9. С. 58—62.

Сведения об авторах

- Владимир Славиевич Панищев** — канд. техн. наук, доцент; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; E-mail: gskunk@rambler.ru
- Оксана Борисовна Славкова** — аспирант; Юго-Западный государственный университет, кафедра вычислительной техники, Курск; E-mail: oksana_slavkova@mail.ru

Рекомендована Юго-Западным
государственным университетом

Поступила в редакцию
24.10.11 г.