

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-245

P13-95-245

О.И.Елизаров

КОММУТАТОР-УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ  
ДЛЯ ШАГОВЫХ МОТОРОВ

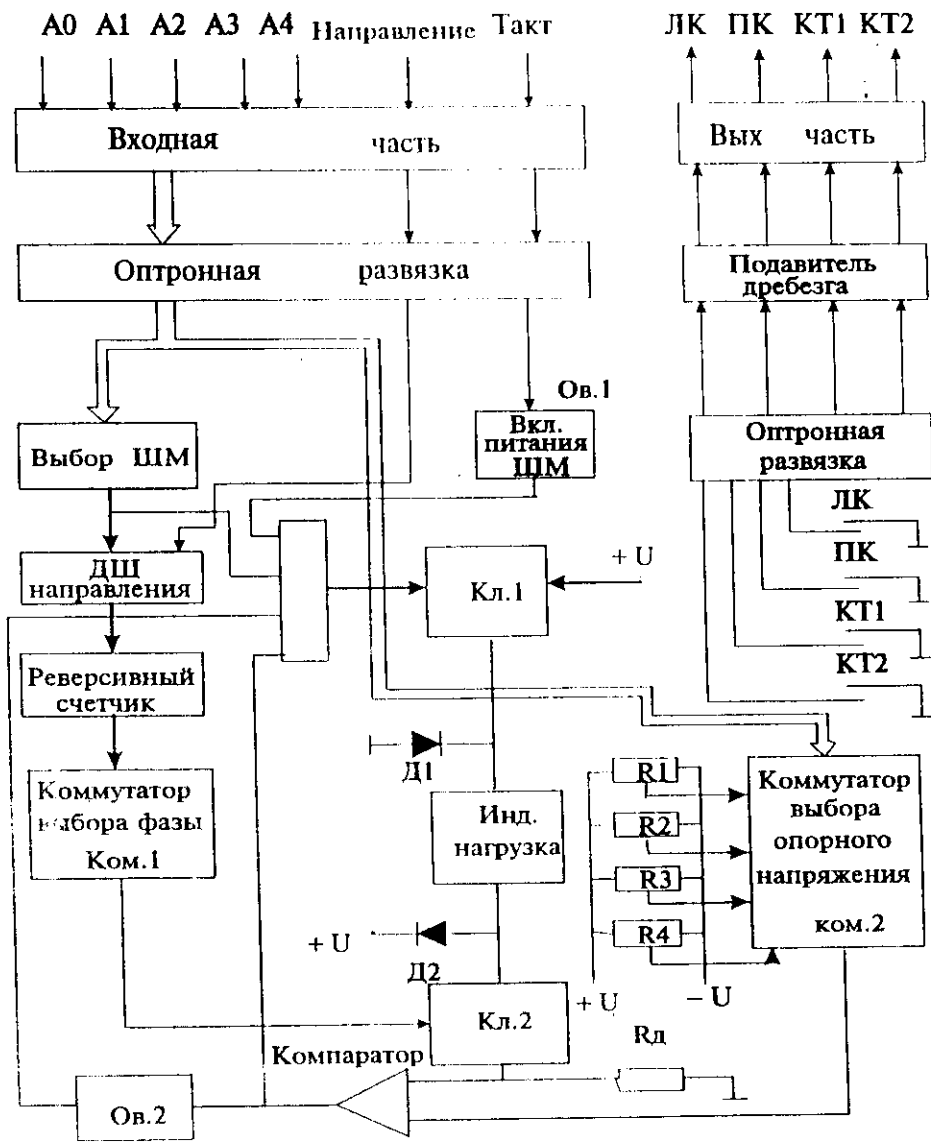
1995

В Лаборатории нейтронной физики в экспериментальных установках для автоматизации позиционирования различных объектов широко используются шаговые моторы. За последнее время наибольшее применение нашли 4-фазные шаговые моторы (ШМ) типа ДШИ-200-3 [1]. Они малогабаритны, имеют достаточно большую величину синхронизирующего момента, удовлетворяют большинству запросов потребителей. В основе блока лежит известный вариант усилителя мощности [2], дополненный и приспособленный к конкретным условиям.

#### Технические характеристики

1. Количество подключаемых ШМ	4
2. Номинальный ток в одной фазе	1,5 А
3. Напряжение гальванической развязки между входом и выходом, не менее	2500 В
4. Напряжение гальванической развязки между входами, не менее	100 В
5. Активный уровень входного сигнала	0—0,8 В
6. Входной ток, не более	10 МА
7. Входное напряжение	+5 В и +24 В
8. Уровень сигналов переключения (для +24 В)	низкий ур. <10 В высокий ур. ≥ 14 В
9. Потребляемая мощность	+5 В 0,6 А +24 В макс. 3 А

Блок предназначен для сопряжения ШМ и управляющей электроники, выполненной в стандарте КАМАК или VME, которая выдает и принимает определенный набор сигналов. Используется в системах, где возможно поочередное управление ШМ.



Блок-схема и принцип формирования тока в индуктивной нагрузке ШИМ (для одной фазы)

От управляющего блока должны выдаваться следующие сигналы: номер ШМ (в виде двоичного пятиразрядного кода), направление и тактовые импульсы (см. рисунок).

К управляющему блоку подаются сигналы: состояния концевых выключателей слева (ЛК) и справа (ПК), а также состояния двух контрольных точек (КТ1, КТ2), расположенных в области перемещения от ЛК до ПК.

Для питания выходной, гальванически развязанной части управляющего блока (выполненного в стандарте VME), от коммутатора-усилителя мощности подается питание +24 В и 0 В. Если используется управляющий блок в стандарте КАМАК, в котором, как правило, нет оптронной развязки, то питание +5 В и 0 В передаются в обратном направлении.

Длительность сигнала «такт» должна быть не менее 30 мкс, что связано с быстродействием применяемых в блоке оптронов (тип РС 849).

Имеется возможность наращивания коммутаторов-усилителей мощности до восьми блоков, т.е. один управляющий блок может работать с 32-шаговыми моторами.

**Включение нагрузки.** Как упомянуто выше, блок в основном предназначен для подключения 4-фазных ШМ. Для обеспечения максимальной нагрузочной способности используется следующий тип коммутации обмоток: АБ-БВ-ВГ-ГА. Однако возможно подключение и 6-фазных ШМ при трехтактной схеме питания обмоток. По такой схеме на ШМ подаются импульсы скважностью 3, сдвинутые относительно друг друга на 120 градусов.

Для питания обмоток ШМ используются источники питания крейта КАМАК:  $\pm 24$  В и -6 В. Возможны следующие комбинации источников питания для создания необходимого напряжения: +24 В и 0 В; +24 В и -6 В; +24 В и -24 В. Эти напряжения передаются в блок стандартным образом через разъем КАМАК. Кроме того, возможно подключение внешнего источника питания до +6 В через разъем на задней панели.

**Формирование тока в нагрузке** (см. рисунок). Сигналы адреса и направления ШМ выдаются управляющим блоком немного раньше (несколько микросекунд) сигналов такта. По первому такту срабатывает одновибратор ОВ.1 (время выдержки 500 мс), разрешающий подачу напряжения питания на ключ 1 (Кл.1). Кл.1 открывается, начинает расти ток в нагрузке и по достижении равенства опорного напряжения, которое задается с помощью переменных резисторов R1—R4, с напряжением, получаемом на резисторе датчика  $R_d$ , срабатывает компаратор (микросхема К1401УД6) и закрывает Кл.1. Начинается разряд индуктивной нагрузки (цепь Д1, индуктивная нагрузка, Кл.2,  $R_d$ ). Ток в  $R_d$  уменьшается, компаратор срабатывает, снова открывается Кл.1 и т.д. Одновибратор ОВ.2 (0,6 мс), запускаемый от компаратора, позволяет уменьшить частоту генерации, что

улучшает тепловой режим работы выходных транзисторов. Д1 и Д2 — демпфирующие диоды, обеспечивающие ограничение выбросов напряжения при отключении индуктивной нагрузки. Коммутатор Ком.2 (микросхема К561КП2) подключает соответствующие резисторы R1—R4, задающие ток в нагрузке в зависимости от выбранного ШМ. При прекращении выдачи тактовых импульсов ток в выбранном ШМ отключается или включается меньший ток в режиме ожидания. В последнем случае блок может быть использован для управления только одним ШМ.

Сигналы от концевых выключателей через оптронную развязку поступают на схему подавления дребезга (микросхема МС14490), которая генерирует чистый цифровой сигнал с задержкой на 4 периода внутреннего генератора после установления свободного от дребезга входного сигнала. Схема устраняет дребезг как при замыкании, так и размыкании механических контактов. R-С-генератор встроен в микросхему, изменение частоты генерации достигается с помощью внешнего конденсатора. Микросхема содержит шесть таких подавителей дребезга, и каждый состоит из 4-битного регистра (интегратора) и логики сравнения уровня входного сигнала с выходом сдвигового регистра. Внутренний R-С-генератор необходим для сдвига входного сигнала в регистре.

**Конструктив.** Блок единичной ширины выполнен в конструктиве КА-МАК, применяемом в настоящее время на всех экспериментальных установках ЛНФ. На передней панели размещены два разъема: РП15-15 для связи с управляющим блоком и РП15-50 для подключения четырех ШМ. На задней панели размещен разъем типа РП15-9 для подключения внешнего источника питания. На передней панели находится светодиод, индицирующий обращение к блоку от управляющей электроники.

**Заклучение.** При разработке блока была сделана попытка унификации системы управления исполнительными механизмами (в нашем случае ШМ):

использование стандартного конструктива;

использование стандартного источника питания крейта;

возможность последовательного наращивания блоков.

Кроме того, в отличие от ранних разработок [3, 4, 5 и др.] повышено напряжение гальванической развязки между входом и выходом, применяется схема подавления дребезга, заложена возможность работы с выходными регистрами в стандарте VME.

Блок показал надежность в работе. В настоящее время на спектрометре «Рефлекс» используются два таких блока. При испытаниях этого блока с ШМ типа ДШИ-200-3 была достигнута частота отработки шагов 800 шагов/с.

Автор выражает благодарность А.П.Сиротину за постановку задачи и полезные обсуждения, признательность за монтаж блоков Е.А.Коберидзе и Н.А.Никонорову.

Использование контактов разъема РП15-15

Наименование сигнала	Номер контакта	Наименование сигнала	Номер контакта
Адрес 0	1	Правый упор	8
Адрес 1	2	+5 В и +24 В	9
Адрес 2	3	Земля (0 В)	10
Адрес 3	4	Такт	11
Направление	5	Свободный	12
Адрес 4	6	Контр. точка 1	13
Левый упор	7	Контр. точка 2	14
		Свободный	15

Использование контактов разъема РП15-50

Наименование сигнала	Номер контакта	Наименование сигнала	Номер контакта
ШМ1, обмотка А, В (к)	1	ШМ3, обмотка А, В (к)	25
ШМ1, обмотка Б, Г (к)	2	ШМ3, обмотка Б, Г (к)	26
ШМ1, обмотка А (н)	3	ШМ3, обмотка А (н)	27
ШМ1, обмотка Б (н)	4	ШМ3, обмотка Б (н)	28
ШМ1, обмотка В (н)	5	ШМ3, обмотка В (н)	29
ШМ1, обмотка Г (н)	6	ШМ3, обмотка Г (н)	30
ШМ1, ограничение (ЛК)	7	ШМ3, ограничение (ЛК)	31
ШМ1, ограничение (ПК)	8	ШМ3, ограничение (ПК)	32
ШМ1, контрольная точка (КТ1)	9	ШМ3, контрольная точка (КТ1)	33
ШМ1, контрольная точка (КТ2)	10	ШМ3, контрольная точка (КТ2)	34
ШМ1, +6 В и +12 В	11	ШМ3, +6 В и +12 В	35
ШМ1, -6 В и -12 В	12	ШМ3, -6 В и -12 В	36
ШМ2, обмотка А, В (к)	13	ШМ4, обмотка А, В	37
ШМ2, обмотка Б, Г (к)	14	ШМ4, обмотка Б, Г	38
ШМ2, обмотка А (н)	15	ШМ4, обмотка А (н)	39
ШМ2, обмотка Б (н)	16	ШМ4, обмотка Б (н)	40
ШМ2, обмотка В (н)	17	ШМ4, обмотка В (н)	41
ШМ2, обмотка Г (н)	18	ШМ4, обмотка Г (н)	42
ШМ2, ограничение (ЛК)	19	ШМ4, ограничение (ЛК)	43
ШМ2, ограничение (ПК)	20	ШМ4, ограничение (ПК)	44

Наименование сигнала	Номер контакта	Наименование сигнала	Номер контакта
ШМ2, контрольная точка (КТ1)	21	ШМ4, контрольная точка (КТ1)	45
ШМ2, контрольная точка (КТ2)	22	ШМ4, контрольная точка (КТ2)	46
ШМ2, +6 В и +12 В	23	ШМ4, +6 В и +12 В	47
ШМ2, -6 В и -12 В	24	ШМ4, -6 В и -12 В	48
ШМ1—ШМ4, 0 В	49	ШМ1—ШМ4, 0 В	50

### Литература

1. Электродвигатель шаговый ДШИ-200-3. Технические условия 3.595.057 ТУ, 1985.
2. Системы с шаговыми двигателями. Под редакцией проф. М.Г.Челикина. М.-Л.: «Энергия», 1984, с.136.
3. Нитц В.В. и др. — ОИЯИ, Р10-86-270, Дубна, 1986.
4. Карраш Г и др. — ОИЯИ, 13-82-104, Дубна, 1982.
5. Дорожко Ю.А., Шпилевой Б.Н., Щупак О.С. — ПТЭ, 1993, №1, с.241.

Рукопись поступила в издательский отдел  
8 июня 1995 года.