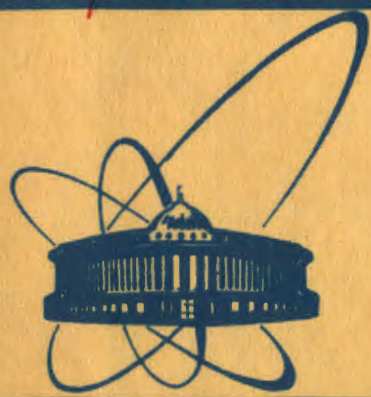


82-2
1599/82

5/IV-82



**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

10-82-2

**П.П.Гавриш, Е.Д.Городничев,
В.В.Кольга, А.А.Шуравин**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
УПРАВЛЕНИЯ ПРОБНИКАМИ
НА ЭЛЕКТРОННОМ ЦИКЛОТРОНЕ**

1982

В настоящее время в различных системах привода, требующих прецизионной установки объекта перемещения и возможности дистанционного управления, все большее распространение получает применение шаговых двигателей. При их использовании возникает необходимость разработки специфических устройств управления двигателями.

В отделе новых ускорителей ЛЯП ОИЯИ разработана и создана автоматизированная система управления шаговыми двигателями с использованием схемы активной форсировки процесса включения тока в фазовых обмотках двигателя. Система будет применена для управления перемещением шести пробников электронного циклотрона, работающего в отделе новых ускорителей ЛЯП/1/.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОБНИКАМИ ЭМКЦ

На рис.1 приведена структурная схема управления перемещением пробников электронной модели кольцевого циклотрона /ЭМКЦ/. Она состоит из блока управления и связи с ЭВМ, реверсивного пятидекадного счетчика, схемы сравнения, регистра приема кода от ЭВМ, клавишного регистра положения пробников, коммутатора, схем управления шаговыми двигателями и шаговых двигателей типа ШД-5Д1М/3/.

Схема управления позволяет перемещать пробники как поочередно, так и совместно. Совместное перемещение пробников с одного радиуса на другой осуществляется в одном направлении и требует предварительного выставления пробников на один и тот же радиус.

Перемещение пробников с одного радиуса на другой может осуществляться как с передней панели управления - в автономном режиме, так и от ЭВМ.

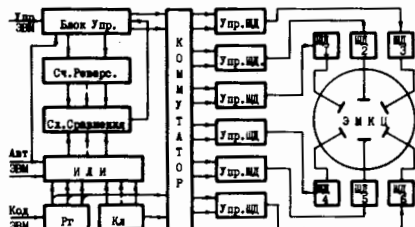


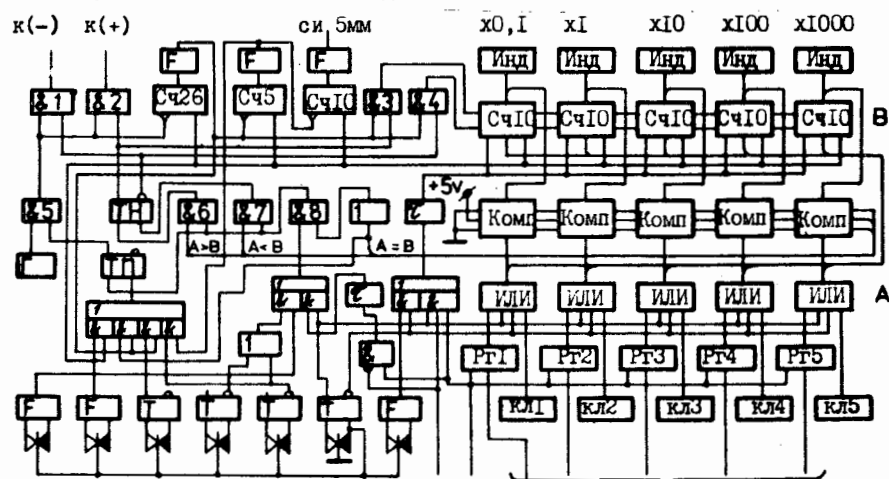
Рис.1. Структурная схема управления пробниками ЭМКЦ.

АВТОНОМНЫЙ РЕЖИМ

На рис.2 приведена функциональная схема управления перемещением пробников ЭМКЦ. На переднюю панель блока управления выведена пятизначная десятичная индикация в мм положения пробников и клавиши управления. Клавиши КЛ1÷КЛ5 служат для набора в двоично-десятичном коде начального радиуса R_1 и его записи в счетчик В при помощи клавиши "Зп R", а также для задания конечного радиуса. Группы клавиш КЛ1, КЛ2 и т.д. представляют собой первую, вторую и т.д. декады, каждая из которых состоит из 4 клавиш.

Клавишами "Отр. R", "Отр. R-0,5 мм" устанавливается режим перемещения пробников. Клавиша "Сброс" приводит схему в исходное состояние, а клавиша "Стоп" останавливает перемещение пробника. Обработка перемещения пробника осуществляется после нажатия клавиши "Пуск".

Итак, рассмотрим процесс обработки перемещения пробника с радиуса R_1 на радиус R_2 в режиме "Отр. R", при $R_1 \neq R_2$. Набираем на клавишном регистре КЛ1÷КЛ5 код радиуса R_1 и заносим его значение на счетчик В с помощью клавиши "Зп R". Затем набираем на клавишном регистре А код радиуса R_2 и нажимаем клавишу "Пуск", при этом вырабатывается одиночный импульс, который поступает на схему совпадения &8, где анализируется $R_1 = R_2$. Если $R_1 \neq R_2$, то сигнал "Пуск" проходит через схему совпадения &8, устанавливает в единичное состояние триггер пуска /ТП/ и поступает на схемы совпадения &6, &7 для анализа $k_1 > k_2$



Иск. Сбр. Стоп ОтрR ОтрR ЭВМ ЗпR ЗпR Строб
0,5мм Авт Код с ЭВМ
Рис.2. Функциональная схема управления пробниками.

или $R_1 < R_2$. Если $R_1 > R_2$, то триггер направления /ТН/ устанавливается в нулевое состояние, и импульсы генератора /Г/ поступают на схему управления шаговым двигателем [К/-/] для левого вращения ШД, а также на счетчик "Сч 26". Каждый 26-й импульс, что соответствует перемещению пробника на 0,1 мм, с учетом данной редукции и типа ШД, подается на вычитающий вход реверсивного счетчика Сч.В и на схему 4И-ИЛИ для анализа $R_1 = R_2$. Сравнение $R_1 = R_2$, $R_1 < R_2$ и $R_1 > R_2$ осуществляется с помощью цифрового компаратора. Как только показания счетчика Сч.В (R_1) совпадут с содержимым клавишного регистра А (R_2), ТП устанавливается в нулевое состояние, и импульсы генератора прекращают поступать в схему управления.

Если $R_1 < R_2$, то ТН устанавливается в единичное состояние, шаговый двигатель вращается вправо [К/+], а счетчик В работает на сложение.

При нажатой клавише "Отр. R-0,5 мм" схема управления работает аналогичным образом, но после перемещения пробника на 0,5 мм происходит "останов" движения /ТП устанавливается в нулевое состояние/. Для дальнейшего перемещения пробника необходимо нажимать клавишу "Пуск". Это осуществляется благодаря счетчику Сч.5.

Через каждые 5 мм перемещения пробника вырабатывается синхронный импульс для графического устройства /си 5 мм/.

РЕЖИМ РАБОТЫ С ЭВМ

При работе с ЭВМ необходимо нажать на пульте управления клавишу Авт/ЭВМ. Предварительно в ЭВМ заносятся значения положения пробников в исходном состоянии. Подается команда Зп R одновременно с кодом от ЭВМ для занесения значения R_1 на счетчик Сч.В. По строб-импульсу код значения R_1 от ЭВМ заносится на двадцатиразрядный регистр Рг.1÷Рг.5 и через время $\tau \approx 1,0$ мкс этим же импульсом значение R_1 переписывается с регистра на счетчик Сч.В. Затем на регистр Рг.1÷Рг.5 записывается значение R_2 по строб-импульсу, а команда Зп R не подается.

Итак, на Сч.В имеем значение R_1 , а на регистре Рг.1÷Рг.5 - значение R_2 . Если $R_1 \neq R_2$, триггер ТП устанавливается в единичное состояние по строб-импульсу, когда нет команды Зп R, и происходит обработка перемещения пробника в нужном направлении автономно. Нулевое состояние ТП можно использовать как сигнал готовности устройства к следующему перемещению пробника.

УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Импульсы генератора Г из функциональной схемы управления пробниками подаются на двенадцатитактный коммутатор^{2/}. Выходные сигналы коммутатора 1 ± 6 подаются на усилители /Вх.1/ и на схемы одновибраторов, где по переднему фронту сигналов вырабатываются импульсы длительностью $\sim 0,3 \pm 0,4$ мс, которые также подаются на усилители /Вх.2/.

На рис.3 приведена принципиальная схема усилителя с активной форсировкой процесса включения тока в обмотку двигателя, а на рис.4 приведена временная диаграмма работы усилителя.

В отличие от известной схемы форсирования^{3/}, которая показала низкую надежность в работе /частый выход из строя выходных транзисторов ГТ 806 Д/, в данной схеме применяются кремниевые транзисторы КТ 802, КТ 803, надежность которых существенно выше.

Для обеспечения режима форсированного увеличения тока (I_{ϕ}) на Вх.2 усилителя подается импульс длительностью $\sim 0,4$ мс, открывающий его, и к обмотке двигателя подключается источник напряжения $U_{\phi} = -48$ В. К концу действия импульса /0,4 мс/ ток в обмотке нарастает до значения $I_{\phi} \sim 4$ А, усилитель по выходу 2 закрывается, а по выходу 1 открывается, подключая обмотку двигателя к источнику с рабочим напряжением $U_p = +6$ В. При этом в обмотке ШД устанавливается рабочий ток $I_p = 3$ А. Время форсирования, при котором обеспечиваются оптимальные механические и частотные характеристики, равно $0,3 \pm 0,4$ мс. Данная схема показала высокую надежность в работе.

Применение активной форсировки процесса включения тока обмотки шагового двигателя ШД-5Д1М позволило:

- 1/ увеличить рабочую частоту в $\sim 1,5$ раза;
- 2/ увеличить максимальную частоту до 12 кГц;
- 3/ уменьшить суммарную мощность, потребляемую двигателем, приблизительно в ~ 8 раз;

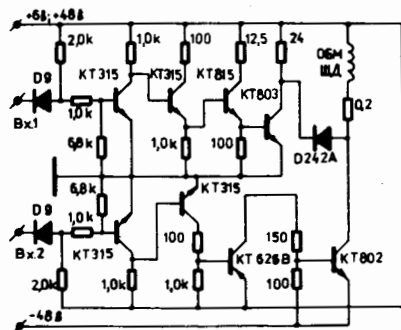
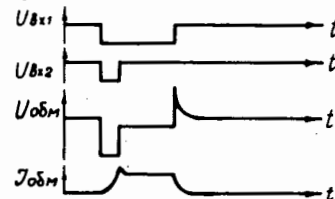


Рис.3. Схема усилителя.

Рис.4. Временная диаграмма работы усилителя.



4/ существенно уменьшить габариты блока управления и питания обмоток двигателя ШД-5Д1М.

Для управления перемещением пробников ЭМКЦ необходимо выбрать оптимальную рабочую частоту генератора, на которой перемещение пробников было бы устойчивым при приемлемой скорости движения. На рис.5 приведена экспериментально измеренная зависимость статического момента $M_{ст}$ на валу двигателя от частоты генератора F. По характеристике выбираем частоту генератора не больше 1200 Гц, т.к. момент на валу двигателя, равный 0,1 Н·м, обеспечивает устойчивое перемещение пробников с учетом редуктора. Скорость перемещения пробников при этой частоте равна $\sim 0,5$ см/с.

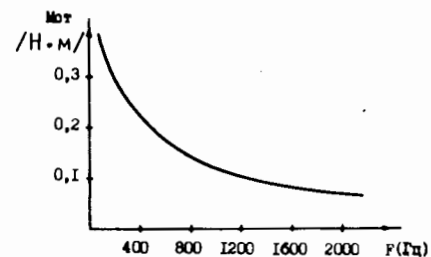


Рис.5. Зависимость статического момента на валу от частоты.

Вся система находится в настоящее время в опытной эксплуатации на электронном циклотроне ДЯП.

Авторы благодарят проф. В.П.Дмитриевского и А.А.Глазова за постановку задачи и ряд полезных обсуждений в процессе выполнения работы, а также В.В.Кудряшова за помощь при реализации системы на электронном циклотроне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов В.Н. и др. АЭ, 1968, 25, с.539.
2. Аносов В.Н. и др. ОИЯИ, 11-12285, Дубна, 1979.
3. Найман Ю.Г. и др. Механизация и автоматизация управления, 1978, №3, с.68.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 января 1982 года.

Гавриш П.П. и др.

10-82-2

Автоматизированная система управления пробниками на электронном циклотроне

Описывается автоматизированная система управления шестью пробниками, используемая на электронной модели кольцевого циклотрона. Автоматизированная система позволяет перемещать пробники как поочередно, так и совместно. В схеме управления шаговыми двигателями используется активная форсировка процесса включения тока в фазовых обмотках двигателя. Перемещение пробников с одного радиуса на другой может осуществляться как с передней панели управления - в автономном режиме, так и от ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Gavriš P.P. et al.

10-82-2

The Automatic System for Driving Probes of Electron Cyclotron

The automatic system for driving six probes used on electron model of the ring cyclotron is described. This system allows one to move probes one by one or simultaneously. The active forcing of the process of switching on of the current in phase windings is used in a driving scheme of step-motors. The shift of probes from one radius to other can be carried out both from the front panel of driving device (autonomous regime), and from the computer.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.