

## СТЕНД ДВУХМАССОВОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Введение.** Для управления электромеханическими системами со сложными кинематическими связями наряду с традиционными системами подчиненного регулирования в последнее время получают распространение модальные, оптимальные, робастные, нейро-фаззи и др. регуляторы. Для отладки этих регуляторов и сравнения их эффективности работы в условиях, максимально приближенных к реальным, необходим стенд, содержащий все необходимые элементы.

**Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами.** Достоверность полученных в ходе синтеза системы управления результатов может быть проверена только при работе с реальным объектом, что не всегда приемлемо ввиду возможных отказов и поломок дорогостоящего силового оборудования. Одним из решений данной проблемы является использование масштабируемых физических моделей, повторяющих структуру объекта управления.

**Анализ последних достижений и публикаций по данной проблеме.** Производители электротехнического оборудования предлагают исследовательские стенды для отладки программного обеспечения системы управления на реальных преобразователях с учетом особенностей кинематических связей между приводным двигателем и рабочим механизмом. Однако, стоимость подобных стендов многократно превышает первоначальную стоимость серийных преобразователей и двигателей. В связи с этим предполагается изготовление исследовательского стенда только с минимальным набором узлов и мощности, позволяющим выполнить отладку программного обеспечения алгоритмов управления сложными электромеханическими системами.

**Цель работы.** Целью работы является разработка имитационного стенда 2-х массовой электромеханической системы с учетом нагрузок в виде сухого трения. Задачей работы является – разработка структуры и состава информационно-измерительной системы.

**Изложение материала исследования, полученных научных результатов.** Стенд двухмассовой электромеханической системы, схема которого показана на рис.1, содержит две одинаковые электрические машины постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов, роторы которых связаны между собой упругим звеном. Предполагается, что одна машина будет работать в двигательном режиме, а другая в генераторном, с помощью которой будет имитироваться активный момент нагрузки. При необходимости, первая машина может также работать в режиме торможения. На роторах каждой машины установлены дискретные датчики углового положения, с помощью которых измеряются также и угловые скорости роторов.

На роторах каждой машины установлены тормозные устройства так, что моменты сухого трения каждой машины равны естественному моменту сухого трения машины и регулируемому с помощью тормозных устройств дополнительному моменту внешнего трения. Необходимость механических тормозов на роторах обеих машин обусловлена тем, что предполагается отладка алгоритмов управления при движении на малых скоростях, когда возникают фрикционные колебания, параметры которых определяются упругой связью между роторами машин и сухим трением на валах машин. Такой режим прилипания и срыва характерен при движении подвижных частей исполнительного двигателя и рабочего органа многих машин и механизмов с трением на малых скоростях. Причем, в ряде случаев такой режим работы является нормальным, а для многих механизмов такой режим работы является аварийным.

В качестве ядра системы управления используется управляющая ЭВМ, выполненная на микроконтроллере (МК) фирмы ATMEL серии Mega с развитой периферией и протоколами обмена данными, допускающим работу в составе сети МК.

В качестве системы управления режимом работы и сбора диагностических данных о выходных координатах объекта управления используется персональная ЭВМ. Для обмена между МК и ПЭВМ выбран протокол связи RS-232C, исходя из максимально необходимого потока данных и минимума количества линий передачи данных. Измерение токов и напряжений выполняется с использованием встроенных в МК аналого-цифровых преобразователей (АЦП) [1-4]. Предварительное согласование уровней, масштабирование и фильтрация сигналов выходных координат (токов и напряжений) выполняется в блоках усилителей-формирователей (БУФ), выполненных на операционных усилителях. Измерение механических величин выходных координат (угол поворота вала) выполняется стандартными оптическими датчиками с высокой разрешающей способностью и последовательным обменом данными. Для обеспечения работы двигателя в 4-х квадрантах и плавного регулирования напряжения питания с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) сигнала управления силовых преобразователей используется соответствующее программное обеспечение.

Программирование МК осуществляется на языке C с использованием компилятора Code Vision AVR [5] и вставками фрагментов кода на языке Assembler (AVR Studio) в наиболее критичных по времени выполнения

кода областях программы, предназначенных для организации обмена данными МК и ПЭВМ. Интерфейс и программа управления и сбора диагностических данных для ПЭВМ выполнена также на языке С.

Выбор МК AVR Mega 16 фирмы ATMEL в качестве управляющей ЭВМ обусловлен высоким быстродействием данного МК, порядка 16 MIPS при работе с максимальной частотой процессора МК, что обеспечивается набором RISC команд, оптимизированных для использования компилятора языка С и наличием нескольких уровней аппаратных прерываний. Состав встроенных в МК блоков следующий: 8 каналов АЦП; компаратор; 3 таймера с возможностью формировать ШИМ сигналы; универсальный приемо-передатчик; интерфейсы SPI, JTAG, TWI.

Такой состав блоков МК позволяет решать большинство задач по обработке и формированию сигналов, организации процесса обмена между МК и ПЭВМ, создания сети МК [6]. Наряду с возможностью электрического перепрограммирования области программ и констант внешним программатором, подключенным к ПЭВМ, у данного МК предусмотрена внутрисхемная модификация содержимого области программ посредством перезаписи программой, размещенной в BOOT-модуле, что необходимо при создании регуляторов с изменяемой структурой, например нейросетевого типа.

Данный МК позволяет решать задачи по созданию систем управления с изменяемой структурой и параметрами регулятора, вплоть до увеличения количества МК входящих в систему управления. Таким образом, ограничение на количества измеряемых и управляемых координат ОУ не являются критичными при проектировании систем управления с данными МК.

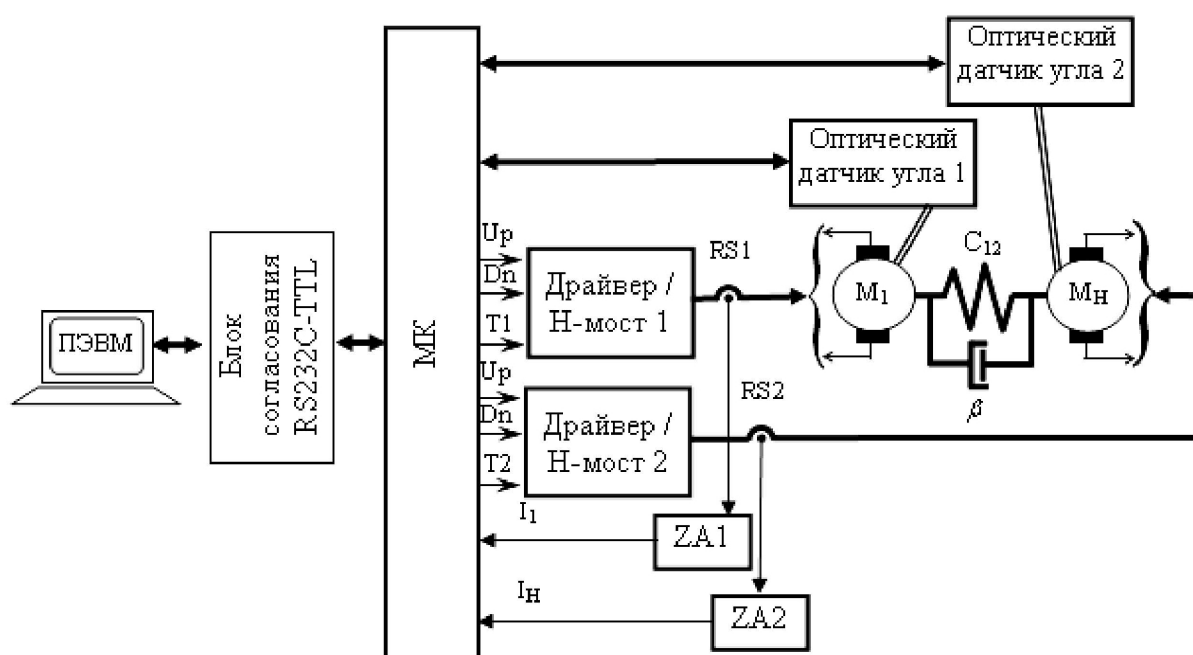


Рис. 1. Схема системы управления станка

**Выводы из приведенного исследования, перспективы этого направления.** Таким образом, в работе разработана схема системы управления имитационным станком 2-х массовой электромеханической системы и приведены рекомендации по выбору программного обеспечения такой системы.

#### Литература.

1. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2003. – 320 с.
2. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. - М.: Радио и связь, 2004. -168 с.
3. Трапперт В. Измерение, управление и регулирование с помощью AVR-микроконтроллеров.: Пер. с нем. – К.: «МК Пресс», 2006. – 208 с.
4. Гук М.Ю. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 1072 с.
5. CodeVisionAVR v.1.23.8d User Manual. Rev. 17.5.2003: Pavel Haiduc and HP Info Tech S.R.L., 2003. – 200 с.
6. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007. 592 с.