

УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

УДК 623.592

Гужва Ю.М., Нефёдов А.В., канд. техн. наук, Новокрещёнов А.А., Карпов Д.А.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ

Введение. В настоящее время подавляющее большинство тренажеров наземной и авиационной техники являются динамическими, т.е. устанавливаются на качающиеся платформы с 3-мя или 6-ю степенями свободы (иногда применяются платформы с 4-мя степенями свободы). Статические тренажеры уже практически не эксплуатируются, т.к. не соответствуют требованиям сегодняшнего дня. И остаётся небольшой сегмент тактических тренажеров, в которых используются реальные машины и лазерные имитаторы. Таким образом, привод тренажерных динамических платформ является приоритетной областью для исследования и совершенствования его характеристик. Естественной задачей, стоящей перед разработчиками, является обеспечение непрерывного взаимодействия программного обеспечения тренажера и системы управления электроприводами динамической платформы. Взаимодействие осуществляется через современные последовательные каналы передачи данных. Поэтому исследование скоростей такого взаимодействия, многопоточности и других характеристик является актуальной темой.

Основная часть. Особенностью тренажерного электропривода является то, что данная область не является выделенным разделом электротехники, как, например, станочный электропривод или электропривод для подъёмных механизмов. Поэтому и однозначные требования к тренажерному электроприводу до настоящего времени не сформулированы. Каждый производитель, в том числе и ГП «ХКБМ им. А.А. Морозова», формулирует данные требования самостоятельно в зависимости от массогабаритных параметров тренажерных кабин, кинематических схем и характеристик динамических платформ, моделируемых параметров движения, а также особенностей управления. Одной из таких особенностей является требование устойчивой работы электропривода во всём диапазоне частот вращения без выхода на автоколебательные или резонансные режимы, что является прямой задачей системы управления. При этом требования к точности отработки угловых положений не являются достаточно строгими и вполне могут обеспечиваться в пределах 0,5 град. К станочным приводам в этом смысле предъявляются прямо противоположные требования – ограниченный набор устойчивых частот вращения и прецизионная отработка заданных положений.

Ещё одним требованием к электроприводу тренажерных динамических платформ является поддержание крутящего момента на номинальном уровне во всём диапазоне рабочих частот. При этом большое значение имеет устойчивая работа электропривода в области малых частот вращения. Это объясняется необходимостью моделирования динамики колебаний машины при движении во всём диапазоне скоростей по неровностям различной высоты и периодичности. Для тренажерного электропривода практически весь диапазон частот от нулевой до номинальной является рабочим. Например, электродвигатели MITSUBISHI HF-SP1524(B) мощностью 1,5 кВт удерживают номинальный момент в диапазоне частот от 0,1 об/мин до 2000 об/мин. Максимальная частота для этих электродвигателей составляет 3450 об/мин, при этом падение моментной характеристики при повышенных оборотах составляет не более 20%, что показано

© Ю.М. Гужва, 2017

на рисунке 1. Данные характеристики свойственны не только этому электродвигателю, но и всей линейке трёхфазных синхронных электродвигателей указанного производителя с номинальной частотой вращения 2000 об/мин и мощностью до 7 кВт включительно.

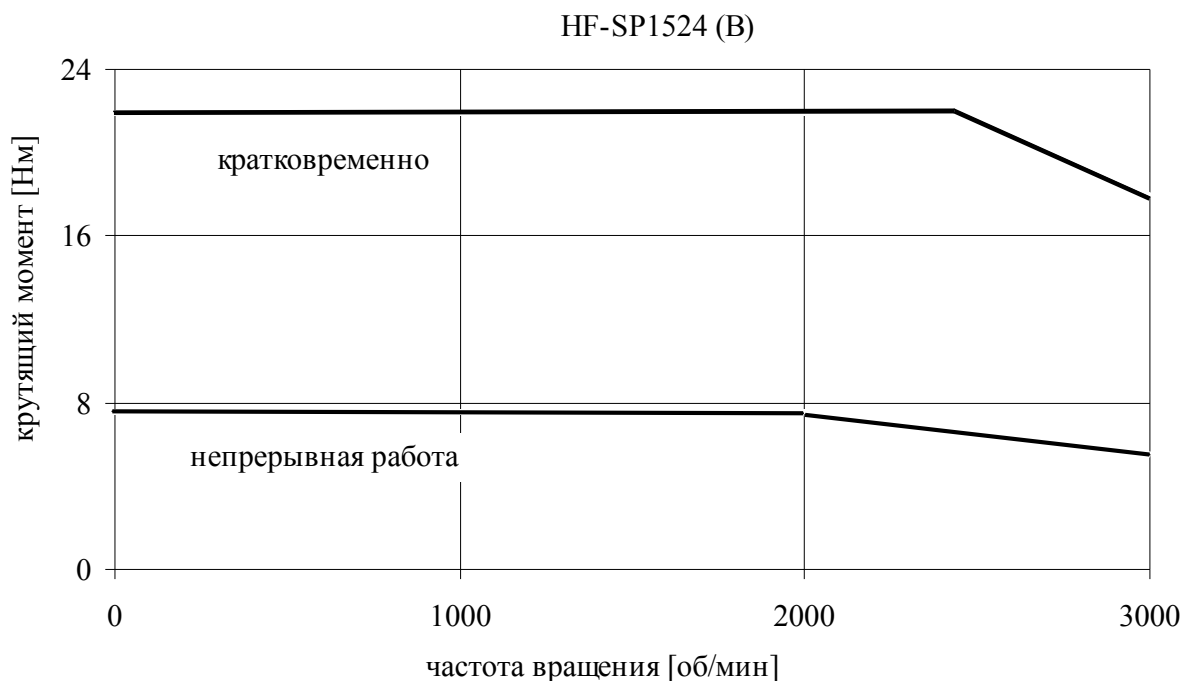


Рис.1. Рабочие характеристики синхронного электродвигателя MITSUBISHI HF-SP1524(B)

Из рисунка 1 видно, что допускается кратковременная 3-х кратная перегрузка по крутящему моменту. По технической документации [1] длительность такой перегрузки не должна превышать 2,5 сек. В соответствии с программной документацией допускается пиковая 4-х кратная перегрузка. Однако известно, что электродвигатели данного типа выдерживают и кратковременную 5-ти кратную перегрузку, но разработчики систем автоматизированного электропривода ограничивают перегрузочные возможности из соображений повышения надёжности. Практически изменить допустимый коэффициент перегрузки возможно, если изменить прошивку сервоусилителя. Параметры настройки сервоусилителей разделены на несколько групп. Однако не все из этих групп доступны для изменения. Производители автоматизированных электроприводов, как правило, не допускают изменение коэффициента перегрузки электродвигателя. Поэтому при проектировании тренажерной динамической платформы и выборе привода для неё необходим всесторонний анализ возможных сочетаний рабочих нагрузок на электродвигатель и требуемых частот его вращения с учетом возможных перегрузочных режимов и их длительности.

Задачей разработчиков тренажерного программного обеспечения является настройка каждого сервоусилителя в отдельности и всей системы управления в целом для обеспечения указанных выше требований. Для этих целей производители электроприводов, как правило, предоставляют сервисное программное обеспечение, имеющее достаточно обширный набор тестовых функций. Однако для тренажерных целей и задач возможностей сервисного программного обеспечения недостаточно. Для настройки

сервоусилителей, как правило, используется сервисный USB-интерфейс. Сервисный интерфейс, в отличие от СОМ-интерфейса, не допускает каскадного подключения электроприводов. Сервисный интерфейс допускает настройку и калибровку только одного канала по различным группам параметров и имеет ограниченный набор функций по тестовому управлению этим каналом. Это характерно не только для электроприводов, но и для другого электронного оборудования, например, для жидкокристаллических панелей. Поэтому программистами ГП «ХКБМ им. А.А. Морозова» разработаны так называемые программные надстройки, которые выполняют следующие задачи:

- дополнение недостающих функций сервисного ПО;
- выборочный или полный контроль кинематических параметров электропривода;
- выборочный или полный контроль нагрузочных параметров электропривода;
- визуализация и контроль динамики работы электропривода;
- выбор контролируемого канала
- подробная настройка коммуникационных портов;
- контроль ошибок в работе электропривода.

Разработанные программные надстройки в виде исполняемых файлов или динамических библиотек могут использоваться автономно или работать в составе тренажерного ПО.

На рисунке 2 представлен визуальный фрагмент работающего программного модуля контроля отработки электроприводами заданных положений. Данный модуль позволяет визуально оценить заданные и обрабатываемые положения каждого из трёх приводов платформы в текстовом и графическом виде.

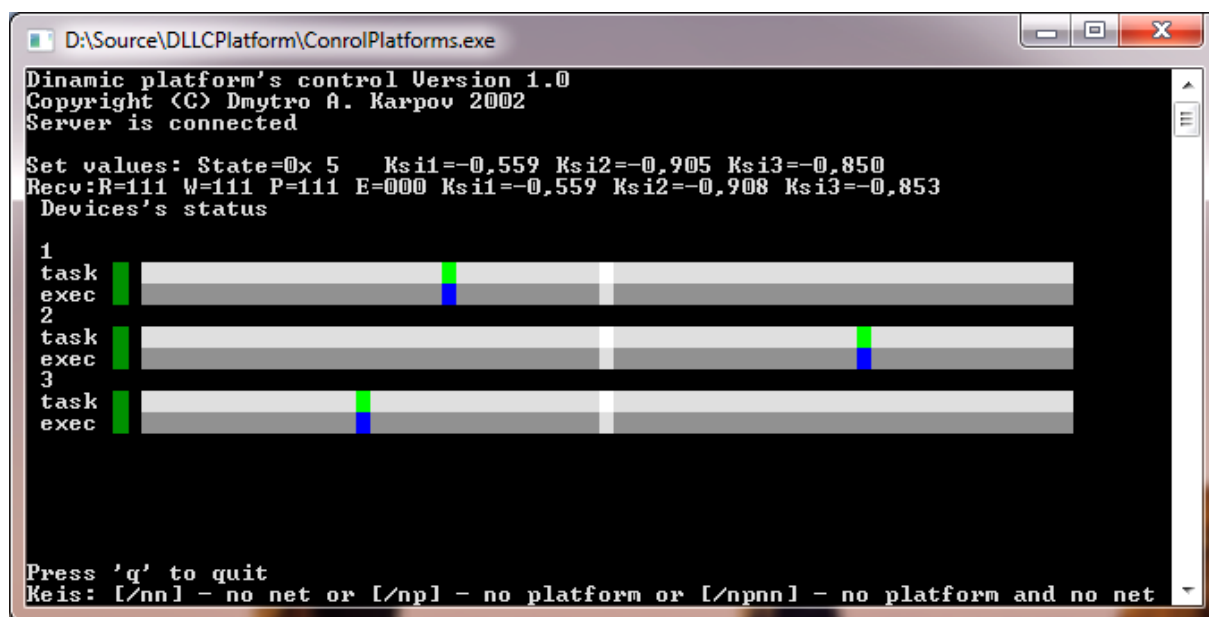


Рис.2. Окно контроля отработки электроприводом заданного положения

На рисунке 3 представлена визуальная часть модуля открытия коммуникационных портов и задания параметров колебаний. Данный модуль позволяет выбирать номер порта, производить включение-выключение электромагнитных тормозов, устанавливать нулевую позицию, задавать амплитуды и частоты продольно-угловых, поперечно-угловых и вертикальных колебаний, контролировать ошибки по каждому каналу, а также принудительно вывести каждый электропривод в заданное положение.

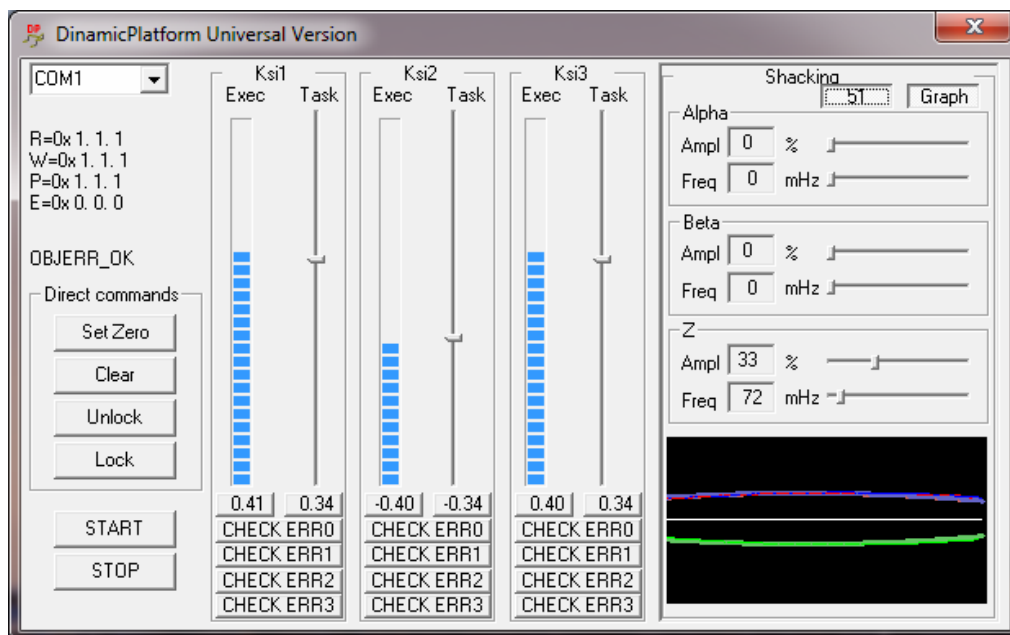


Рис.3. Окно открытия коммуникационных портов и задания параметров колебаний

На рисунке 4 представлен фрагмент работы модуля контроля нагрузочных параметров электроприводов. Данный модуль имеет наиболее широкие возможности, т.к. позволяет управлять каждым электроприводом в отдельности или всеми приводами одновременно. При этом кроме контроля кинематических параметров имеется возможность контроля рабочих, максимальных и пиковых моментов, а также текущих положений энкодеров, установленных на валах электродвигателей.

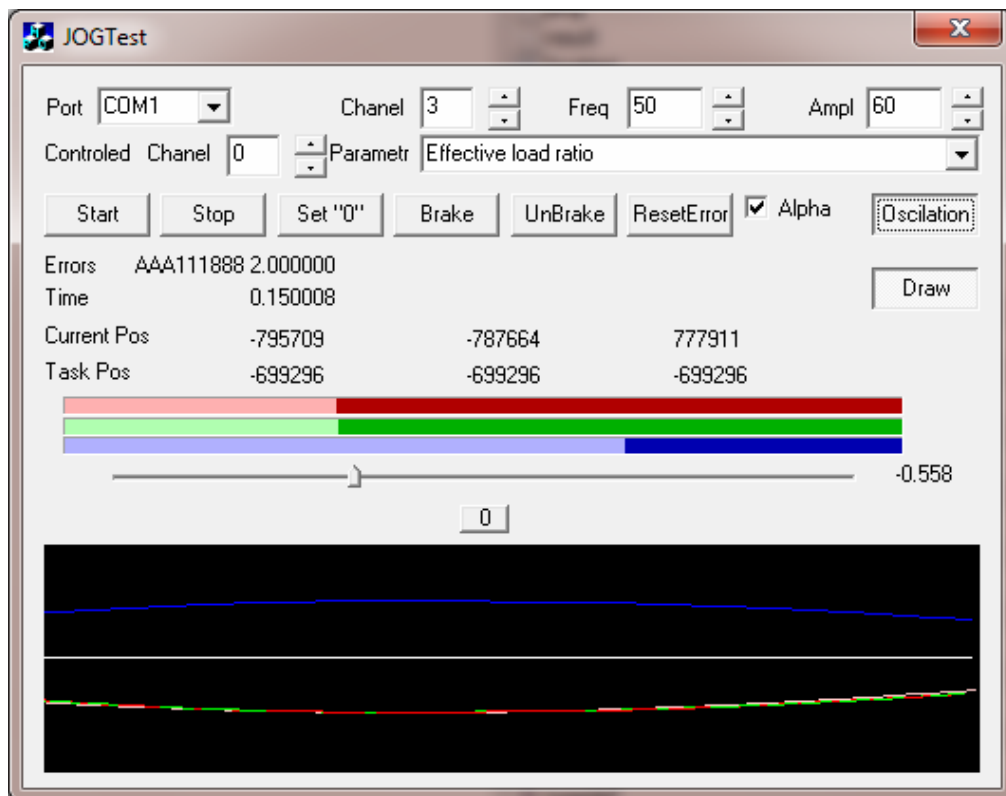


Рис.4. Окно контроля нагрузочных параметров электропривода

Разработанные программные модули с соответствующими доработками вполне применимы и для систем управления на основе асинхронного электропривода. Более того, существует устоявшееся мнение о том, что асинхронный привод примерно в два раза дешевле синхронного. Данное утверждение справедливо только в отношении электродвигателя, как отдельного узла, однако стоимость электродвигателя составляет не более 10...15% от стоимости всей системы управления. Стоимость сервоусилителя, частотного преобразователя и аппаратуры управления сопоставима для систем обоих типов. Поэтому, общая стоимость системы автоматизированного электропривода на основе синхронных электродвигателей превышает аналогичную стоимость для асинхронной системы всего на 5...7%, что с избытком компенсируется преимуществами синхронных электродвигателей.

Выводы. Таким образом, по мнению разработчиков ГП «ХКБМ им. А.А. Морозова», сервисное программное обеспечение, поставляемое производителями электроприводов, не обеспечивает в полной мере требования по настройке и контролю работы тренажерного электропривода. Тем не менее, программистами ГП «ХКБМ им. А.А. Морозова» разработаны высокоэффективные программные модули, позволяющие компенсировать недостатки сервисного программного обеспечения и дополнить тренажерное ПО новыми расширенными функциями.

Литература: 1. MELSERVO. Сервоусилители и серводвигатели. Руководство по эксплуатации. – Ratingen: MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. – 2008. – 394 с.

Bibliography (transliterated): 1. MELSERVO. Servousiliteli i servodvigateli. Rukovodstvo po ekspluatácii. – Ratingen: MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE B.V. – 2008. – 394 s.

Гужва Ю.М., Нефьодов А.В., Новокрещенов А.О., Карпов Д.А.

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА
ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНИХ ДИНАМІЧНИХ ПЛАТФОРМ**

У статті розглядаються особливості керування синхронним електричним приводом тренажерних динамічних платформ.

Гужва Ю.М., Нефёдов А.В., Новокрещёнов А.А., Карпов Д.А.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА
ДЛЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПЛАТФОРМ**

В данной статье рассматриваются особенности управления синхронным электроприводом тренажерных динамических платформ.

U. Guzva, A. Nefyodov, A. Novokreshchenov, D. Karpov

**FEATURES OF APPLICATION OF SYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE
FOR DYNAMIC PLATFORMS OF SIMULATORS**

The control features of synchronous electric drive of dynamic platforms of simulators are considered in the article.