

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЬНО-ПОВЕРОЧНОЙ АППАРАТУРЫ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА SIEMENS S7-1200 ДЛЯ ПРИВОДА ПОВОРОТА АНТЕНН КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

В. Е. Маслов, С. А. Трапп

Научный руководитель: С. В. Леонов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

wado93@mail.ru; Gedeon@sibmail.com

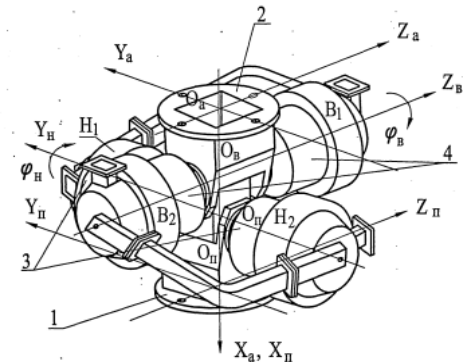
Ракетно-космическая промышленность России является одной из самых развитых во всем мире. Согласно сторонним источникам [1] доля России в мировом рынке космических услуг составляет 11% и правительство ставит перед собой цель в ближайшее время достигнуть отметки в 25%. Космической промышленностью в РФ занимается более 60 предприятий, из которых следует выделить ОАО «Информационные Спутниковые Системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», производящее более 70% всех российских спутников.

В настоящее время трудно переоценить значимость исследования космического пространства и важность его освоения, поскольку результаты научно-технической деятельности в ракетно-космической промышленности нашли широкое применение во всех сферах деятельности человека современного общества. Примерами благ, созданных благодаря научно-технической деятельности в этой сфере, могут служить различные системы геолокации, связи, слежения, а также система ГЛОНАСС. Таким образом, становится понятным необходимость дальнейшего развития космических технологий. Использование всех этих достижений невозможно осуществить без постоянного присутствия космических аппаратов (КА) в космическом пространстве. Поскольку средняя «продолжительность жизни» КА невелика (примерно 4-6 лет), требуется их непрерывное производство и их непрерывного усовершенствования. Эти улучшения должны быть в первую очередь направлены на увеличение срока службы КА и уменьшения стоимости его запуска.

ОАО ИСС имени академика М.Ф. Решетнева предоставило ТПУ некоторые системы, обеспечивающие функционирование КА (система поворота антенн(СПА) и привод батареи солнечной(ПБС). В рамках представленной работы ведется деятельность с СПА. СПА состоит из нескольких функциональных блоков: блок механический БМ, блок электронный БЭ. БЭ включает в свою очередь блок управления приводами(БУП) и контрольно-поверочную аппаратуру(КПА).

БМ СПА представляет собой два привода, обеспечивающих вращение антенн в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в пределах заданных диапазонов углов с заданной точностью и передачи СВЧ сигнала. БМ СПА так же предназначен для вращения ротора вращающегося трансформатора(ВТ) для получения информации об угле поворота антенн. [2] Схема расположение

элементов и осей БМ СПА предоставлена на рис. 1.



- 1 – посадочная плоскость БМ СПА;
- 2 – посадочная плоскость под антенну;
- 3 – привод Н (нижний);
- 4 – привод В (верхний);
- φ_H – угол поворота привода Н;
- φ_B – угол поворота привода В;
- $O_B Z_B$ – ось вращения привода В;
- $O_H Y_H$ – ось вращения привода Н;
- X_H, Y_H, Z_H – система координат, связанная с посадочной плоскостью БМ СПА;
- X_A, Y_A, Z_A – система координат, связанная с посадочной плоскостью под антенну.

Рис. 5. Схема расположения элементов и осей БМ СПА

Блок управления приводами(БУП) представляет собой программируемое логическое устройство, выполняющее следующие функции:

- Прием управляющих команд
- Управление угловым положением приводов, в зависимости от величины цифрового управляющего сигнала.
- Управление движением приводов с постоянной скоростью при работе по командам ручного управления.
- Формирование и выдачу информации в виде последовательного кода об углах поворота ВТ.
- Коммутацию цепей электрообогревателей, установленных в БМ СПА на шины питания.
- Формирование и выдачу телеметрических и технологических сигналов [3].

КПА СПА представляет собой имитацию бортового компьютера КА и предназначена для тестирования СПА в специальных условиях. КПА представляет собой габаритное массивное устройство, и оно не было получено от предприятия, поэтому для использования СПА в учебно-научных

целях необходимо спроектировать собственное КПА, опираясь на параметры сигналов БУП.

Первостепенными задачами, поставленными при выполнении данной работы, являются выбор подходящего логического устройства и изучение технической документации по исследуемой системе.

В качестве устройства, на котором будет выполняться КПА, выбран программируемый логический контроллер (ПЛК) Siemens s7-1200. Данный ПЛК обеспечивает гибкость и предоставляет достаточную мощность для управления широким кругом устройств в сфере автоматизации, имеет малые размеры (110x100x75) и массу (475 г.), что является весомым преимуществом перед устаревшим оборудованием, поскольку доставка на орбиту каждого лишнего килограмма ведет к увеличению затрат на топливо. Благодаря широкому возможностям, данный контроллер можно использовать в качестве объекта изучения в комплексе лабораторных работ по различным дисциплинам.

Программирование контроллера осуществляется благодаря программному обеспечению STEP 7 Basic, представляющее из себя удобную среду для разработки, редактирования и контроля логики. Программирование может осуществляться на двух разных языках: LAD (язык программирования релейно-лестничной логики стандарта МЭК 61131-3) и FBD (графический язык программирования стандарта МЭК 61131-3 в виде функциональных блочных диаграмм) [4].

На рис. 2. Показан интерфейс программной среды STEP 7 Basic и реализация простой программы на языке LAD.

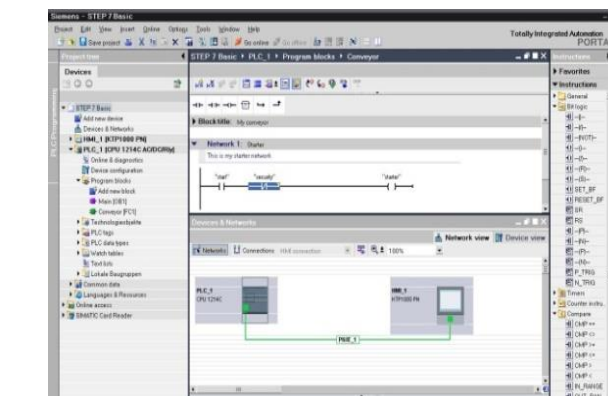


Рис. 6. Интерфейс программной среды STEP 7 Basic

Выбор данного контроллера обусловлен следующими критериями:

- Наличие необходимого количества входных и выходных портов;

- Подходящее номинальное напряжение (У ПЛК – 24 В с допуском от 20.4 до 28.8 В. Для корректной работы приводов поворота антенн требуется напряжение от 23 до 31 В.)

- Предприятие-партнер (ИСС имени академика М.Ф. Решетнева) использует контроллеры фирмы Siemens для решения задач контроля технологических процессов.

- Универсальность
- Долговечность, надежность
- Малая масса и размеры при широком функционале.

Следует также выделить задачу прошивки ПЛК для реализации обширного списка команд, например, команд включения/отключения ручного управления поворотами приводов, отключение/включение первой/второй секции электрообогревателя, включения/отключения БУП и т.д.

Выбранный контроллер является весьма универсальным. Его выбор, а также разносторонность исследуемой системы, открывает возможность создания лабораторного стенда с комплексом методических указаний по ряду следующих дисциплин: электропривод (изучение электро-механических характеристик самих приводов СПА), микропроцессорная техника (программирование в среде Step 7 Basic), математическое моделирование (использование существующей системы в качестве объекта исследования). Такой стенд будет крайне полезен, поскольку работа с ним позволит студентам получать навыки работы с реальными системами.

На данном этапе научной работы изучена конструкторская документация каждого структурного блока СПА и на ее основе исследован принцип действия всей системы, подобрана аппаратная часть для реализации КПА и разработаны алгоритмы отработки контроллером вход-выходных связей, получаемых с БУП.

Литература

1. Электронная газета: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.newizv.ru/lenta/2006-07-06/49718-k-2015-godu-rossija-zajmet-15-mirovogo-rynka-kosmicheskikh-uslug.html>. Свободный.

2. ОАО ИСС. Блок механический системы поворота антенн 17Ф18.3470-000. Технические условия 17Ф18.3470 ТУ – 1986 г. – 33 с.

3. ОАО ИСС. БУП СПА Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 17Ф18.2253-01 ТО. – 1986 г. – 9с.

4. Siemens S7. Программируемый контроллер S7-1200. Системное руководство. – 2009 г. – с 52.